

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**  
**ETUDES ET ECONOMIE DE LA CONSTRUCTION**

SOUS ÉPREUVE : U5.1 – ETUDES TECHNIQUES

SESSION 2016

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

**Matériel autorisé :**

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999)

**IMPORTANT**

**Documents à rendre avec la copie :**

- DR1 – STRUCTURE page 16
- DR2 – THERMIQUE page 17
- aucun document réponse

**Barème :**

STRUCTURE	17
THERMIQUE	16
ACOUSTIQUE	17

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet se compose de 17 pages, numérotées de 1 / 17 à 17 / 17.

## COMPOSITION DU SUJET

	Temps conseillé	Barème	pages
Lecture complète du sujet	0h30		
CONSIGNES DE MISE EN FORME DE LA COPIE			2
RECOMMANDATION SUR LES REPONSES A DONNER			2
PRESENTATION GENERALE DU PROJET			2
DOSSIER DE PLANS			3
<b>Sujet - Etude A : Etude Structure</b>	1h15	7 points	4, 5
Annexes A1, A2, A3, A4, A5, A6 : mécanique des structures			5, 6, 7, 8
<b>Sujet - Etude B : Thermique</b>	1h00	6 points	9
Annexes B1, B2, B3, B4, B5			10
<b>Sujet - Etude C : Acoustique</b>	1h15	7 points	11
Annexes C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8			12, 13, 14, 15
DOCUMENTS REPONSE DR1 DR2			16, 17

Les études A, B et C sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre à votre convenance. Dans chacune des études, un grand nombre de questions sont indépendantes des réponses précédentes.

### CONSIGNES DE MISE EN FORME DE LA COPIE

La numérotation générale de toutes les pages de votre copie sera de la forme 1/n à n/n (n étant le nombre total de pages de votre copie).

Vous établirez une chemise par partie traitée : le nom de la partie traitée sera clairement mis en évidence sur la première page de la chemise. Les documents réponse de chaque partie seront placés dans la chemise correspondante à la partie.

Toute partie non traitée fera l'objet d'une chemise vierge portant la mention « **Non traité** ».

Vous établirez donc dans tous les cas **trois chemises**.

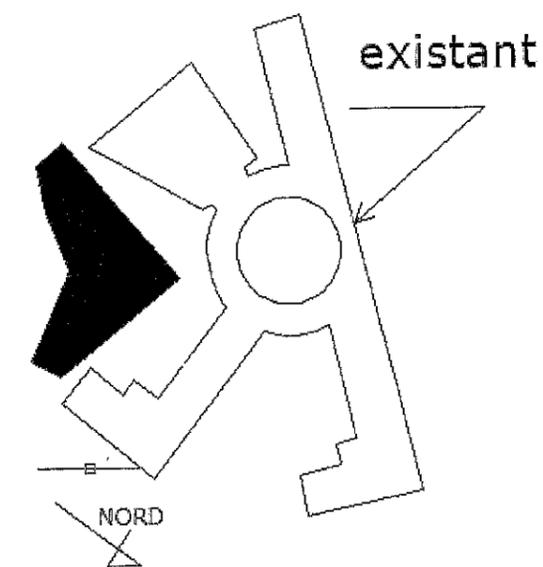
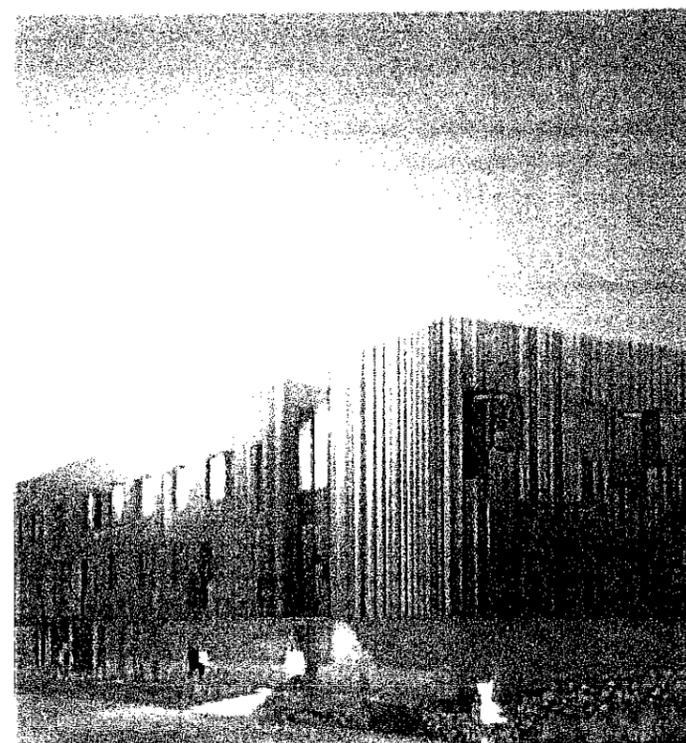
Votre copie sera constituée d'une **chemise générale**, contenant les 3 chemises précédentes.

### RECOMMANDATIONS SUR LES REPONSES A DONNER

Toute donnée manquante fera l'objet d'un choix par le candidat, qui mettra clairement en évidence ce choix sur la copie.

Toutes les réponses devront être justifiées par des références explicites et précises aux informations données dans le sujet.

## PRESENTATION DU BATIMENT SUPPORT



Le projet étudié est la construction d'un EHPAD de 58 lits, au hameau champenois à Epernay.

### **L'infrastructure :**

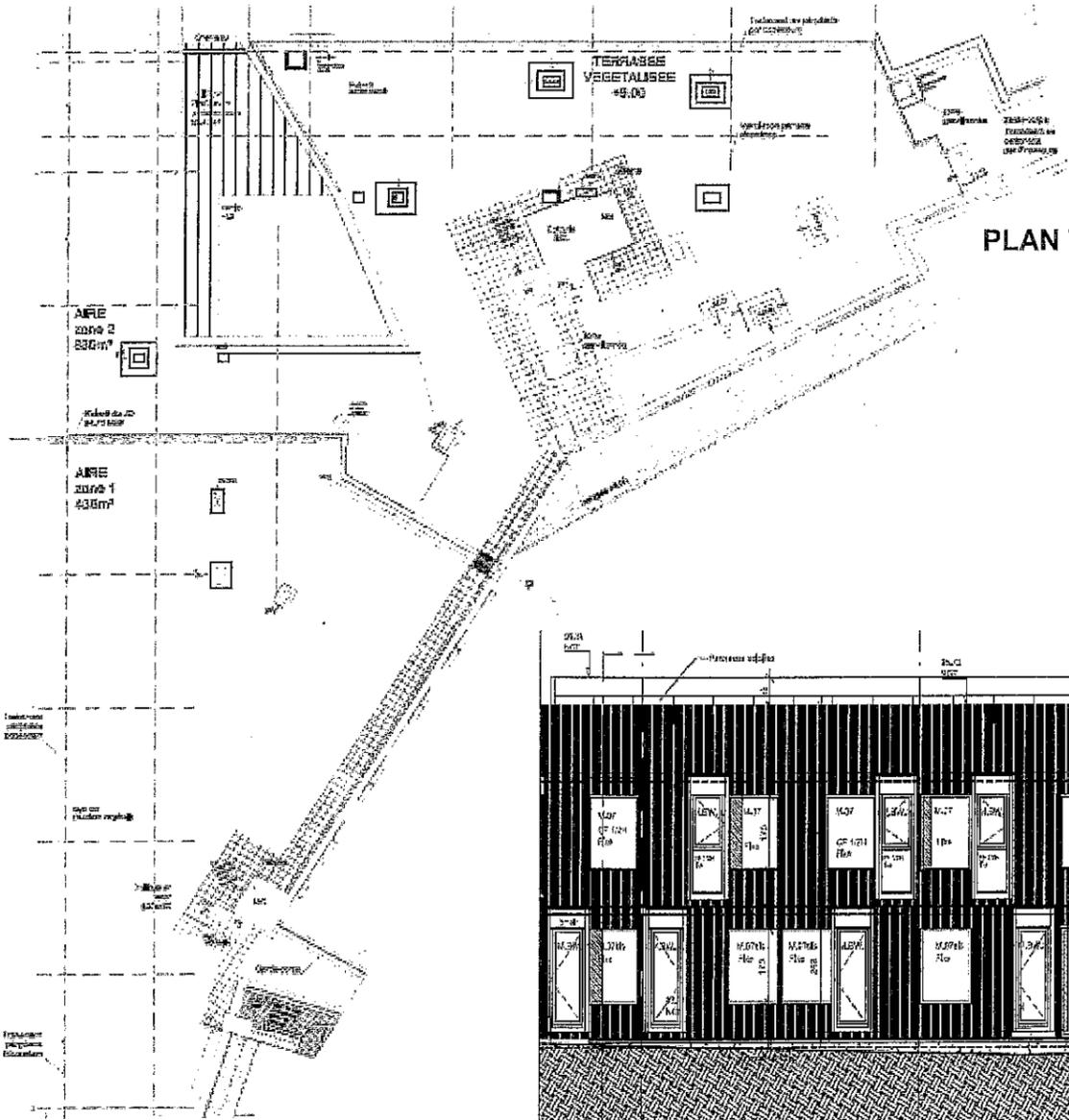
- Fondations de type pieux et longrines.
- Dalle portée sur terre-plein au plancher bas du bâtiment.

### **La superstructure :**

- Poteaux poutres et voiles en béton armé.
- Plancher en béton armé d'épaisseur 20 cm.
- Façades en voiles béton et ossature bois sur patio avec isolation par l'extérieur en panneau laine de bois et bardage rapporté bois.
- Les menuiseries extérieures sont en bois-aluminium.
- Le chauffage est assuré par une sous station de chauffage urbain.

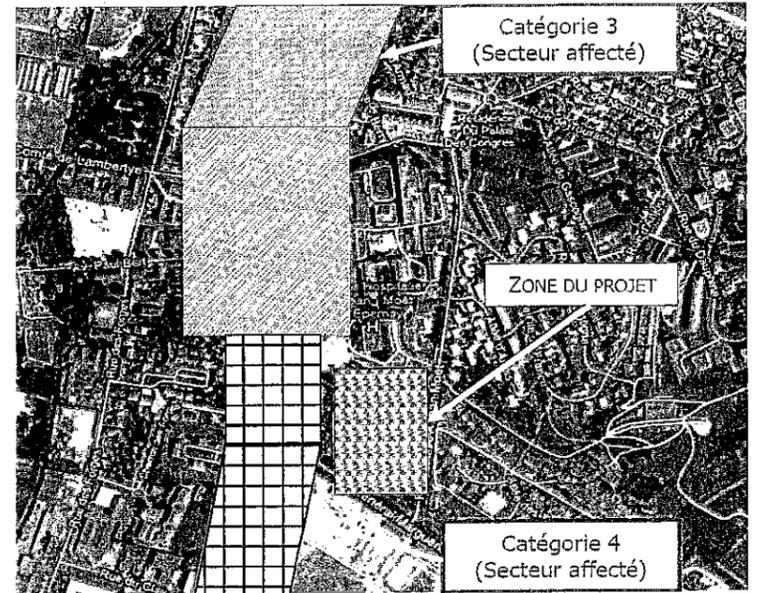
### **Toiture :**

- toiture terrasse non accessible
- couverture zinc.

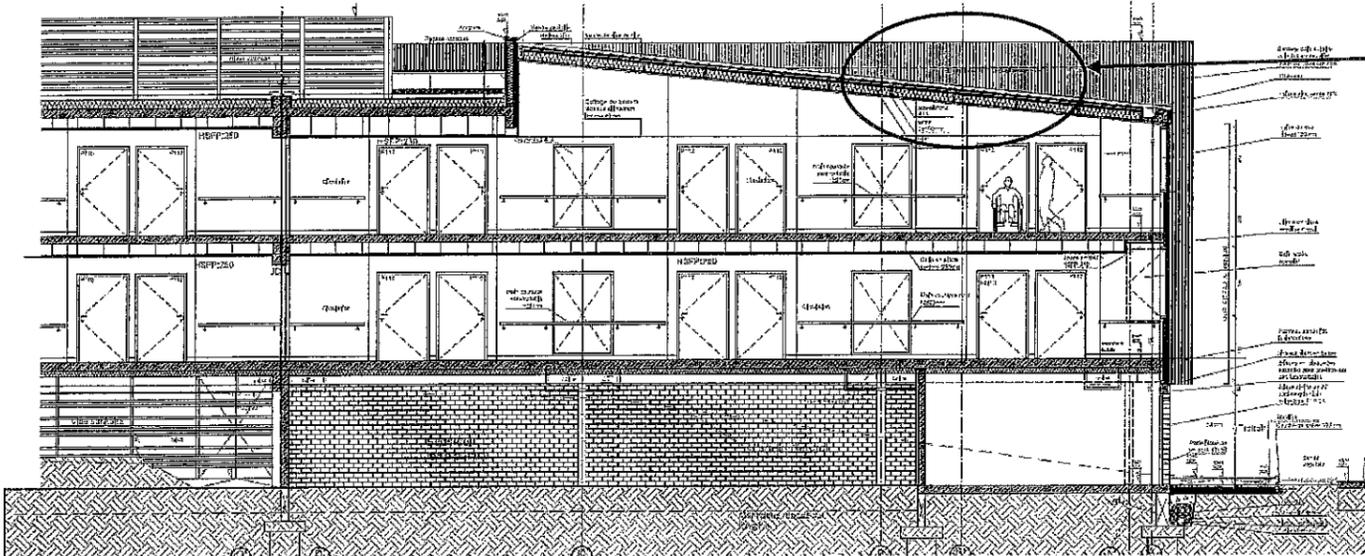
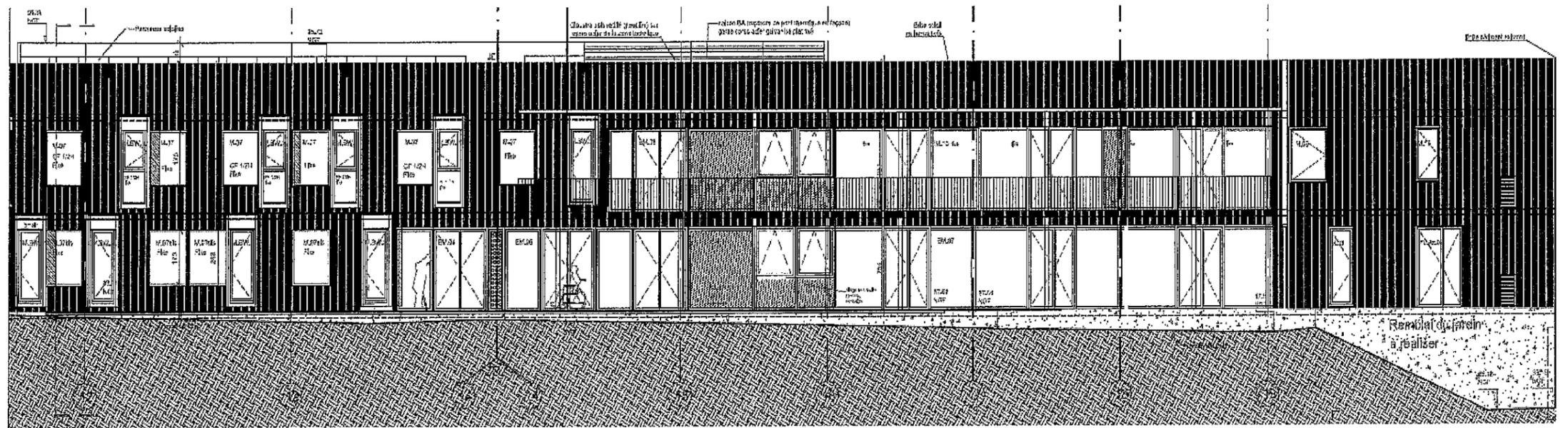


PLAN TOITURES sans échelle

PLAN SITUATION sans échelle



FACADE TYPE sans échelle, orientation SUD EST



ZONE DE L'ETUDE A

COUPE TYPE sans échelle

## ETUDE A : STRUCTURE

### A-1 ETUDE D'UNE PANNE

Au dernier niveau, des pannes supportent la couverture en Zinc et le faux-plafond suspendu (voir plan Annexe A1 page 5). Ces pannes (**résineux C24**) portent sur deux appuis et la portée la plus défavorable est de 4,00 m avec un **entre-axe de 1,50 m**. Cette poutre de section 60 x 200 mm sur les plans ne correspond pas à une section commerciale courante. Cette étude permettra de vérifier la section standard appropriée la plus réaliste possible. On **considèrera une panne de section 75 x 225 mm** en ne considérant pas les charges dues au vent.

Les hypothèses et charges repris pour la panne sont les suivantes :

- On considère une pente nulle par simplification.
- Charges permanentes :
  - Le poids propre de la poutre (voir document technique Annexe A2)
  - Toiture zinc + isolant + faux plafond : 400 N/m<sup>2</sup>
- Charges climatiques :
  - Le projet est situé à Epernay dans la Marne (zone A1) à une altitude de 80 m. (voir Annexe A3)
- Charges d'entretien :
  - 120 daN/m sur 3,00 m placée au milieu de la travée.
- Coefficient  $\psi_2$  (catégorie H : toit) :  $\psi_2 = 0$
- Coefficient  $k_{def}$  (Bois massif, classe 1) :  $k_{def} = 0,60$

**Détermination des actions agissant sur la panne (75 x 225 mm) :**

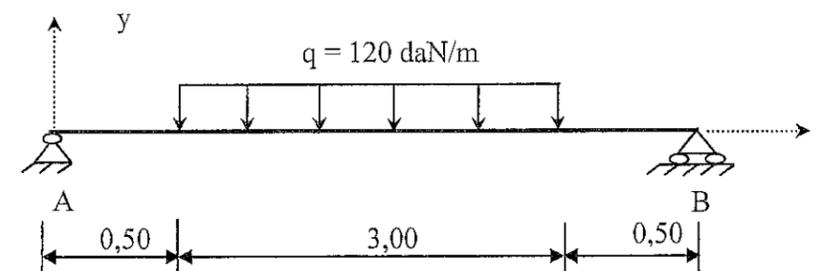
**A-1-1** Calculer la charge permanente **g** agissant sur la panne (charge uniformément répartie en daN/m).

**A-1-2** Calculer la charge climatique **s** agissant sur la panne (charge uniformément répartie en daN/m).

**Vérification à l'ELS :**

Les vérifications de flèche doivent se faire à l'Eurocode 5, sans pondération :

- à court terme : valeur instantanée avec Q seule et S seule
- à long terme : valeur finale avec G+Q puis G+S



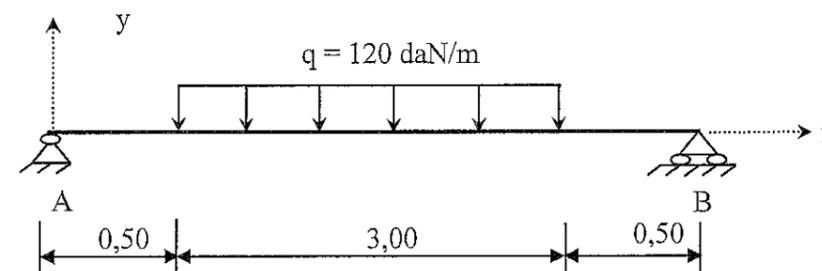
**A-1-3** Montrer que le moment quadratique de la panne vaut 7 120 cm<sup>4</sup>.

**A-1-4** A l'aide du formulaire joint en Annexe A4, montrer que la flèche maximale instantanée en ne prenant en compte que les charges d'entretien **q (charge répartie)** vaut :  $w_{inst}(q) = 4,73$  mm

**A-1-5** On donne : pas de contre-flèche,  $w_{inst}(g) = 2,81$  mm,  $w_{inst}(s) = 2,30$  mm,  $w_{inst}(q) = 4,73$  mm. Vérifier les flèches à court terme et à long terme. Conclure sur le choix de la panne 75 x 225 suite à la vérification à l'ELS.

**Vérification à l'ELU :**

**A-1-6** Calculer les actions de liaisons en A et B avec le schéma ci-dessous avec la charge q répartie seule (sans pondération) :



**A-1-7** Tracer sur le DR1 les diagrammes de l'effort tranchant  $V(x)$  et du moment fléchissant  $M_f(x)$  avec toutes les valeurs particulières.

**A-1-8** On donne les valeurs suivantes des moments fléchissants maximaux au milieu de la poutre (sans pondération) :

- Avec G seule :  $M_g, \max(L/2) = 132$  daN.m
- Avec S seule :  $M_s, \max(L/2) = 107,5$  daN.m
- Avec Q seule :  $M_q, \max(L/2) = 225$  daN.m

Calculer le moment fléchissant ultime le plus défavorable ( $M_f$  à l'ELU:  $M_{Ed}$ ) en considérant les combinaisons suivantes : 1,35 G + 1,5 S ou 1,35 G + 1,5 Q

**A-1-9** On considèrera pour la suite  $M_{Ed}(L/2) = 516$  daN.m

A partir de l'Annexe A5, vérifier le critère de résistance vis à vis de la contrainte normale de flexion dans cette section.

**A-1-10** On donne  $V_{Ed} = 449$  daN

A partir de l'Annexe 5, vérifier le critère de résistance vis-à-vis de la contrainte de cisaillement.

**A-1-11** Conclure sur le choix final de la panne.

A-2 ETUDE D'UNE FONDATION

Dans cette étude, il est demandé de prédimensionner les fondations sous les poteaux métalliques afin de quantifier le volume de béton à prévoir (voir Annexe 6).  
Le poteau étudié est le poteau P16bis. Les dimensions du plot arrivant sur la semelle sont de 400 x 400 mm

Les charges (non pondérées) sur la semelle sont les suivantes :

- Charges permanentes **G = 95 kN**
- Charges d'exploitation **Q = 63 kN**

Les hypothèses pour le calcul sont :

- La contrainte de calcul du sol à l'ELU vaut **q<sub>d</sub> = 0,4 MPa**
- Le poids de la semelle sera négligé
- Les dimensions seront arrondies à 5 cm supérieur.

A-2-1 Calculer la surface de la semelle puis ses dimensions.

A-2-2 Calculer la hauteur de la fondation.

A-2-3 Compléter les schémas de ferrailage de principe (et sans calculs) de la semelle en vue en plan et en coupe sur DR1.

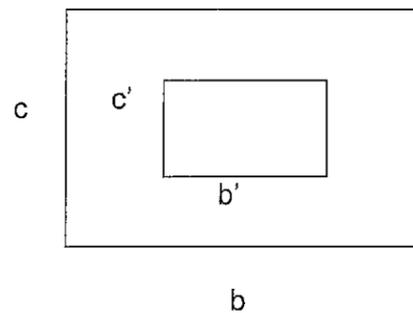
FORMULAIRE DE PREDIMENSIONNEMENT

$$V_d = 1,35 G + 1,5 Q$$

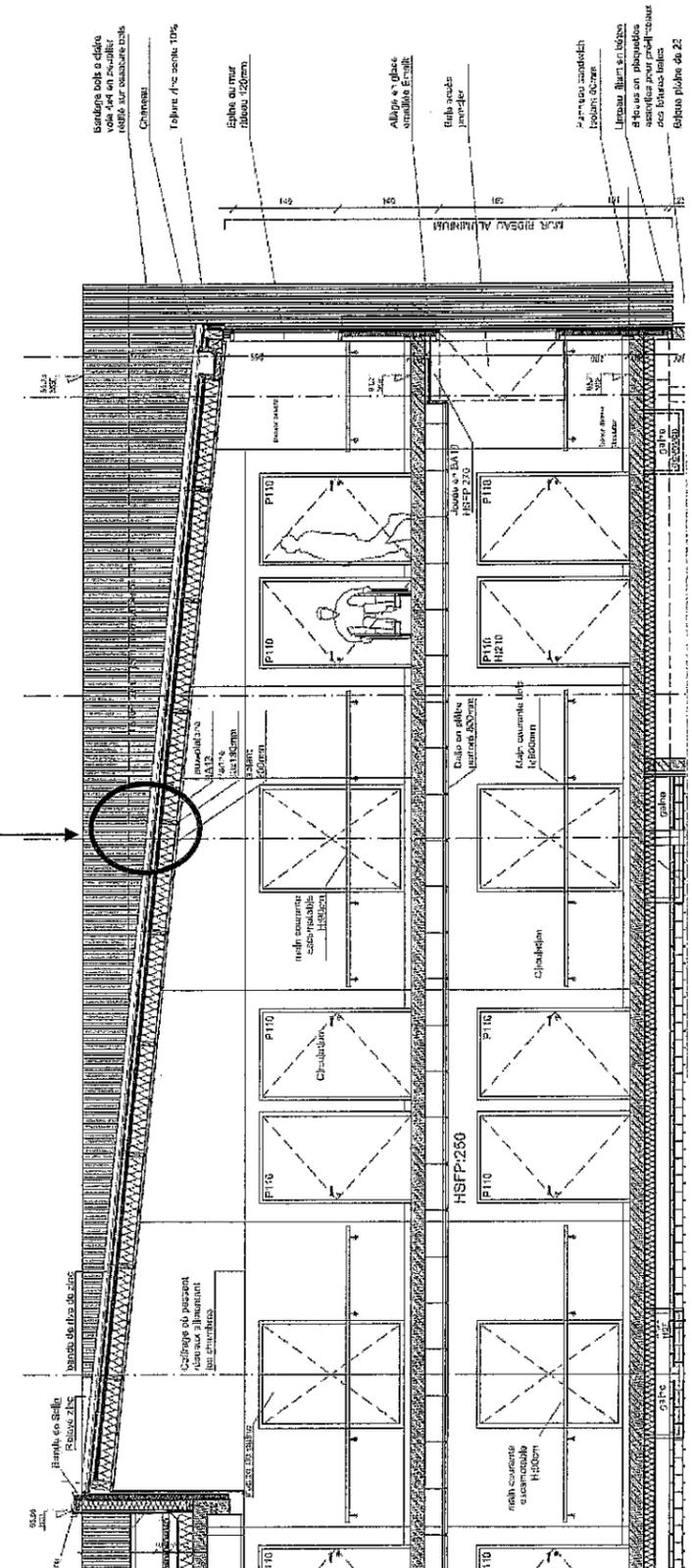
Vérification de la résistance du sol :  $\frac{V_d}{A} \leq q_d$

$\frac{c}{b} = \frac{c'}{b'}$  semelle homothétique (c' et b' sont les dimensions du plot arrivant sur la semelle)

$$Ht \geq \max \left[ \left( \frac{c - c'}{4} + 5 \text{ cm} \right); \left( \frac{b - b'}{4} + 5 \text{ cm} \right); 20 \text{ cm} \right] \text{ avec } Ht = \text{ hauteur de la semelle.}$$



Panne courante étudiée  
Entre-axes : 1,50 m



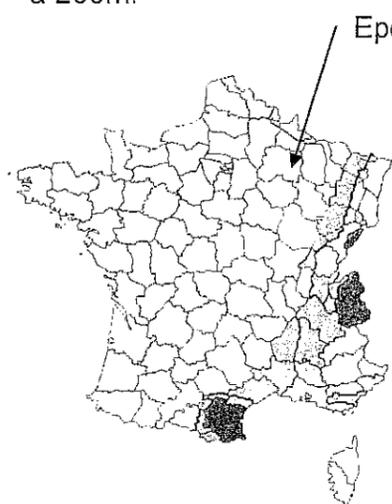
## Annexe A2 : Caractéristiques mécaniques de la panne (1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa)

Essence	Résineux			Feuillus
	C18	C24	C30	D30
Résistances caractéristiques en N/mm <sup>2</sup>				
Flexion	18	24	30	30
Traction axiale	11	14	18	18
Traction transversale	0,5	0,5	0,6	0,6
Compression axiale	18	21	23	23
Compression transversale	2,2	2,5	2,7	8
Cisaillement	2	2,5	3	3
Modules en kN/mm <sup>2</sup>				
Module moyen d'élasticité axiale	9	11	12	10
Module caractéristique d'élasticité axiale	6	7,4	8	8
Module moyen d'élasticité transversale	0,3	0,37	0,4	0,64
Module moyen de cisaillement	0,56	0,69	0,75	0,60
Masse volumique en kg/m <sup>3</sup>				
Masse volumique caractéristique	320	350	380	530

## Annexe A3 : Charge de neige

Les actions dues à la neige sont des actions climatiques engendrant des charges sur les toitures, et donc des efforts dans les constructions. L'Eurocode EN1991-1-3 indique comment déterminer les valeurs des charges de neige sur les toitures à partir des charges de neige sur le sol par l'intermédiaire de coefficients de forme. En France, les charges au sol sont en général fixées sur la base de mesures des hauteurs de neige.

$s_{k,200}$  est la valeur caractéristique de la charge de neige sur le sol pour une altitude inférieure à 200m.



Epernay

Régions	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E
Valeur caractéristique ( $s_k$ ) de la charge de neige sur le sol à une altitude inférieure à 200 m	0,45	0,45	0,55	0,55	0,65	0,65	0,0	1,40
Valeur de calcul ( $s_{ke}$ ) de la charge exceptionnelle sur le sol	-	1,00	1,00	1,35	-	1,35	1,80	-
Loi de variation de la charge caractéristique pour une altitude supérieure à 200 m	$\Delta s_1$							$\Delta s_2$

Pour une altitude A (en mètres) :  $s_k = s_{k,200} + \Delta s_1(A)$

Les formules suivantes donnent les valeurs de  $\Delta s_1(A)$  à considérer :

Altitudes A (en mètres)	Régions A1, A2, B1, B2, C1, C2 et D $\Delta s_1(A)$ (en kN/m <sup>2</sup> )	Région E (le nord des Alpes et le Jura) $\Delta s_1(A)$ (en kN/m <sup>2</sup> )
Entre 0 et 200	0	0
Entre 200 et 500	$0,10 \frac{A-200}{100}$	$0,15 \frac{A-200}{100}$
Entre 500 et 1000	$0,30 + 0,15 \frac{A-500}{100}$	$0,45 + 0,35 \frac{A-500}{100}$
Entre 1000 et 2000	$1,05 + 0,35 \frac{A-1000}{100}$	$2,20 + 0,70 \frac{A-1000}{100}$

Valeurs caractéristiques de la charge de neige sur les toitures (situations de projets durables et transitoires) :

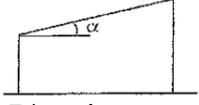
$$s = s_k \cdot \mu_i \cdot C_e \cdot C_t$$

où :  $\mu_i$  est le coefficient de forme pour la charge de neige

$s_k$  est la valeur caractéristique de la charge de neige sur le sol

$C_e$  est le coefficient d'exposition  $C_e = 1$  dans l'étude de la panne

$C_t$  est le coefficient thermique  $C_t = 1$  dans l'étude de la panne

Valeurs du coefficient $\mu_i$ : Formes de toitures et situations	Coefficients ou formules
	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ \quad \mu_i = 0,8$
	$30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ \quad \mu_i = 0,8 \frac{(60-\alpha)}{30}$
Toitures à un versant	$60^\circ \leq \alpha \quad \mu_i = 0$

## Annexe A4 : Rappels de résistance des matériaux

Flexion simple:

$\sigma_{m,d}$  : Contrainte max. de flexion (sur les fibres extrêmes) engendrée par le moment de flexion  $M_f$  à l'ELU :

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_f}{\frac{I}{v}} = \frac{M_f}{W} \quad \text{avec } \frac{I}{v} \text{ ou } W \text{ le module d'inertie élastique de la section droite}$$

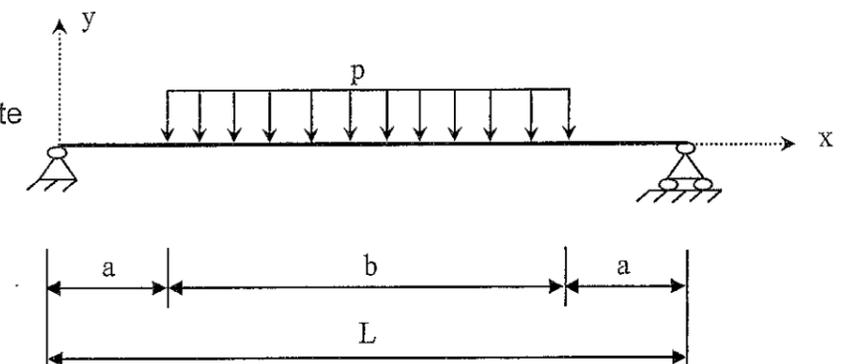
Cisaillement:

$\tau_d$  : Contrainte max. de cisaillement engendrée par l'effort tranchant V à l'ELU dans une section rectangulaire :

$$\tau_d = \frac{3}{2} \times \frac{V}{A} \quad \text{avec } A \text{ l'aire de la section}$$

Déformations :

Poutre avec E, I = constante



Valeur de la flèche maximale à  $x = \frac{L}{2}$  :

$$f_{\left(\frac{L}{2}\right)} = \frac{p \cdot b \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_{Gz}} - \frac{p \cdot b^3 (4L - b)}{384 \cdot E \cdot I_{Gz}}$$

## Annexe A5 : Vérifications simplifiées inspirées de l'Eurocode 5

### Vérification en résistance à l'ELU

#### Flexion simple :

- $\sigma_{m,d}$  contrainte max. de flexion (sur les fibres extrêmes) engendrée par le moment de flexion  $M_f$  à l'ELU
- $f_{m,k}$  résistance caractéristique à la flexion du bois
- $\gamma_M$  coefficient partiel de propriété du matériau pour le bois massif à l'ELU :  $\gamma_M = 1,3$
- $k_{mod}$  coefficient modificatif pour classes de service et classes de durée de charges (classe 1 à court terme) :  $k_{mod} = 0,9$
- $k_h$  coefficient modificatif tenant compte de la hauteur de la poutre  $k_h = 1$

- $f_{m,d}$  résistance de calcul à la flexion du bois  $f_{m,d} = k_{mod} \times \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$

Critère de résistance d'une section à la flexion simple :

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_h \times f_{m,d}} \leq 1$$

#### Cisaillement :

- $\tau_d$  contrainte max. de cisaillement engendrée par l'effort tranchant  $V$  à l'ELU
- $f_{v,k}$  résistance caractéristique au cisaillement du bois
- $\gamma_M$  coefficient partiel de propriété du matériau pour le bois massif à l'ELU  $\gamma_M = 1,3$
- $k_{mod}$  coefficient modificatif pour classes de service et classes de durée de charges (classe 1 à court terme) :  $k_{mod} = 0,9$

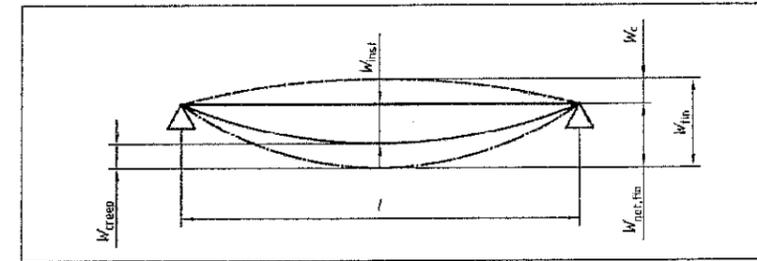
- $f_{v,d}$  résistance de calcul au cisaillement du bois  $f_{v,d} = k_{mod} \times \frac{f_{v,k}}{\gamma_M}$

Critère de résistance d'une section au cisaillement :

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$$

### Vérification de déformation à l'ELS

Les composantes de la flèche qui résultent d'une combinaison d'actions sont illustrées sur la figure ci-contre :



On note :

- $w_c$  est la contreflèche (si elle existe)
- $w_{inst}$  est la flèche instantanée (avec  $G + Q$  ou  $G + S$ )
- $w_{creep}$  est la flèche de fluage (sous charges permanentes ou quasi-permanentes)
- $w_{fin}$  est la flèche finale
- $w_{net,fin}$  est la flèche résultante finale

$$w_{net,fin} = w_{inst} + w_{creep} - w_c = w_{fin} - w_c$$

#### Détermination des différentes flèches :

##### Flèches instantanées :

- $w_{inst}(g)$  dues aux charges permanentes
- $w_{inst}(q)$  dues aux charges variables (exploitation ou entretien, neige, vent)

##### Flèches différées (fluage) :

La déformation du bois sous l'effet des charges permanentes s'accroît avec le temps, c'est le phénomène de fluage. La flèche due au fluage notée  $w_{creep}$  uniquement pour les charges permanentes ou quasi-permanentes est calculée de la manière suivante :

Actions permanentes (g)  $w_{creep}(g) = k_{def} \times w_{inst}(g)$

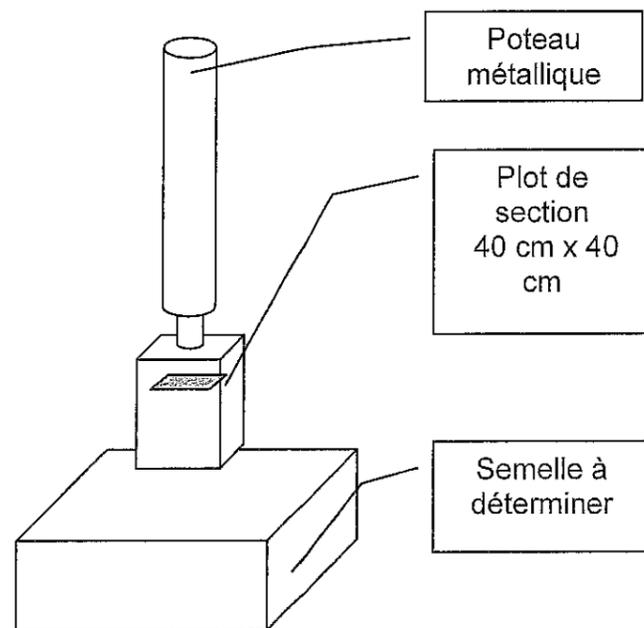
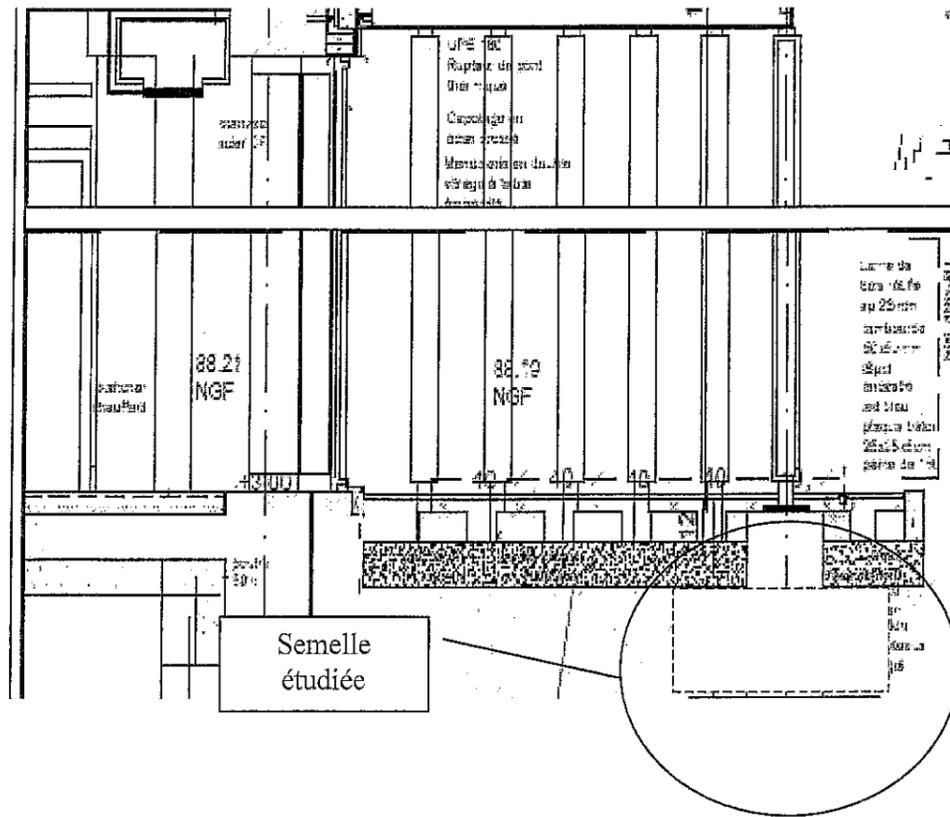
Actions quasi-permanentes partie de  $q$  :  $\psi_2 \times q$   
 partie de  $s$  :  $\psi_2 \times s$  (si altitude > 1000 m)  
 $w_{creep}(q) = k_{def} \times \psi_2 \times w_{inst}(q)$

$k_{def}$  : coefficient prenant en compte l'augmentation de la déformation en fonction du temps sous les effets du fluage et de l'humidité

#### Valeurs maximales des flèches admises :

	Bâtiments courants			Bâtiments agricoles et similaires		
	Valeurs limites $w_{inst}(Q)$	Valeurs limites $w_{net,fin}$	Valeurs limites $w_{fin}$	Valeurs limites $w_{inst}(Q)$	Valeurs limites $w_{net,fin}$	Valeurs limites $w_{fin}$
Chevrons	-	$l/150$	$l/125$	-	$l/150$	$l/100$
Éléments structuraux	$l/300$	$l/200$	$l/125$	$l/200$	$l/150$	$l/100$

**Annexe A6 : Situation de la semelle étudiée**



## ETUDE B : THERMIQUE

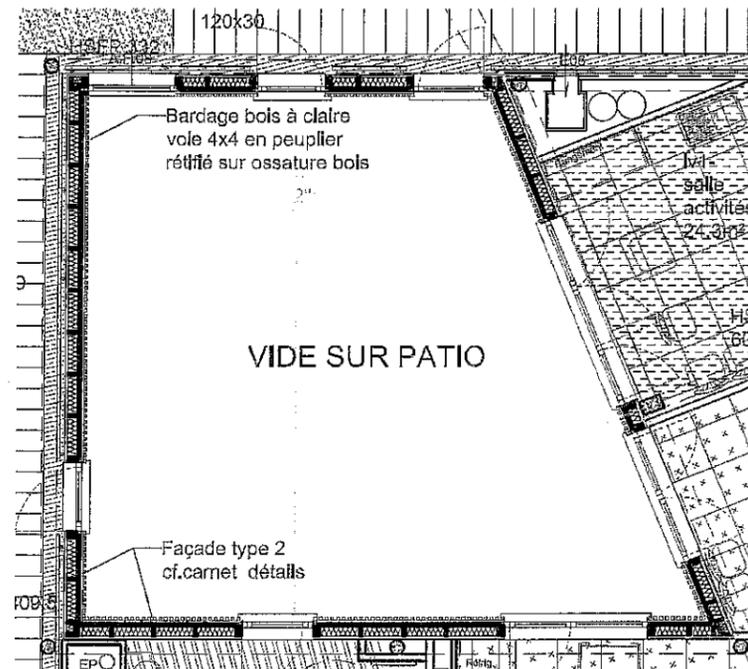
Les questions seront traitées en partie sur le document réponse DR2

### Données complémentaires :

Pour ce projet d'un établissement privé pour personnes âgées, un vide sur patio est créé à l'intérieur du bâtiment.

Des questions se posent sur la composition des murs à ossature bois et de leur description dans le cadre du CCTP.

#### ■ Composition :



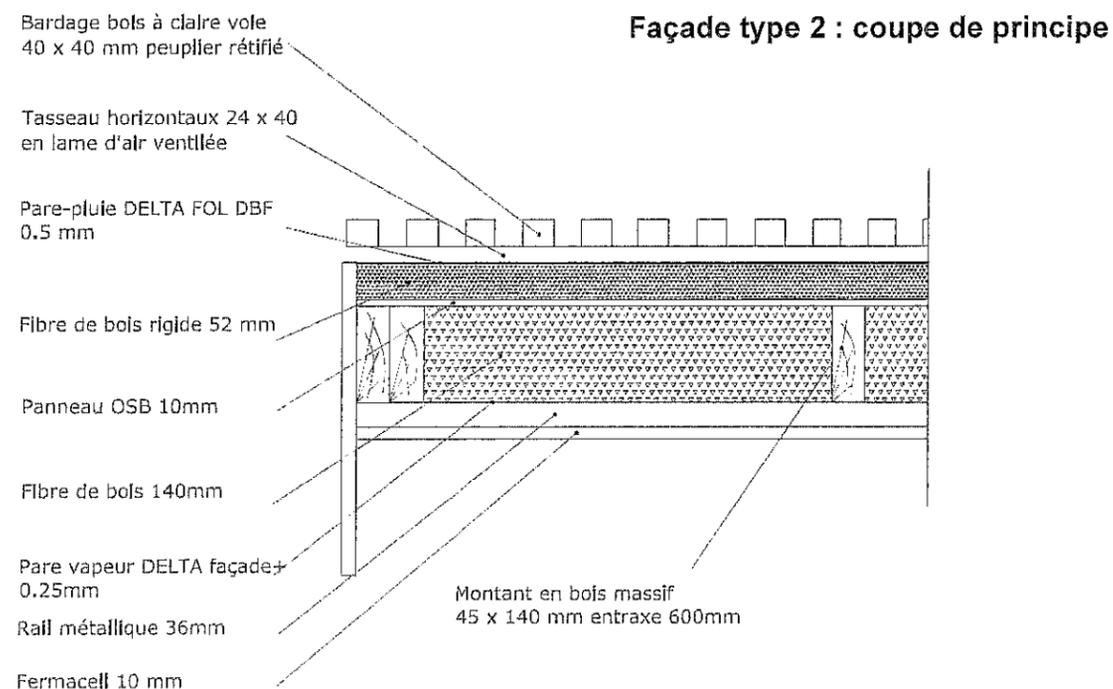
#### ■ Conditions d'étude :

Valeurs des pressions de vapeur d'eau saturante aux températures :

- \* intérieur : +20°C soit  $P_{vs}$  : 2339 Pa
- \* extérieur : -5 °C soit  $P_{vs}$  : 402 Pa

Taux d'humidité :

- \* à l'intérieur est égale à 50%
- \* à l'extérieur est égale à 80%



## B-1 ETUDE THERMIQUE

Sur les plans, il est prévu pour l'isolation du mur à ossature bois du patio :

- \* un isolant en panneaux de fibre de bois rigide de 52 mm en partie extérieure
- \* un isolant en panneaux de fibre de bois de 140 mm dans l'épaisseur de la structure

Il a été décidé de choisir des produits « Gutex », à savoir :

- \* Ultratherm de 50 mm (pour la fibre rigide de 52 mm)
- \* Thermoflex de 140 mm

**B-1-1** Faire la liste des éléments de l'ossature qui vont vous permettre de calculer le coefficient de transmission thermique surfacique  $U$  de la paroi : « façade type 2 ». Si vous ne retenir pas tous les éléments, vous expliquerez pourquoi ?

Pour améliorer la qualité thermique de la paroi, il a été décidé de rajouter un isolant Mulltplex-top de 35 mm dans le vide technique, au dessus la plaque de Fermacell.

**B-1-2** Trouver les valeurs des résistances thermiques surfaciques  $R$  (en  $m^2.K/W$ ) des trois isolants (voir Annexe B1).

**B-1-3** Calculer le coefficient de transmission thermique surfacique  $U$  (en  $W/m^2.K$ ) de la paroi améliorée (voir Annexes B2, B3 et B5).

**B-1-4** Déterminer les températures  $T$  (en °C) au droit des composants de la paroi. Seules les 3 températures manquantes dans le tableau du document réponse DR2 sont à calculer. Vous tracerez ensuite la courbe de température également sur le DR2.

## B-2 ETUDE HYDROMETRIQUE

On ne s'occupera pas du parement extérieur en bois à claire-voie qui n'a aucune incidence sur notre calcul.

Pour la suite de l'étude, vous prendrez un  $S_d$  total de la paroi de 19,185 m en partie courante.

On vous demande de vérifier la possibilité d'utiliser un pare-vapeur DELTA Façade+ dont la résistance à la diffusion de la vapeur d'eau  $S_d$  est de 18 m. Pour cela vous devez déterminer si celui-ci suffit à éviter le phénomène de condensation.

**B-2-1** Calculer la densité du flux de vapeur surfacique notée  $\omega$  (en  $g/s.m^2$ ) qui traverse la paroi.

**B-2-2** Déterminer les valeurs de pression saturante (en  $P_s$ ), reporter-les dans le tableau et tracer la courbe sur le document réponse DR2. Vous arrondirez les valeurs de températures nécessaires au  $1/2$  °C près.

**B-2-3** Calculer les 5 valeurs de pression de vapeur d'eau partielle manquantes dans le tableau du DR2, puis tracer la courbe correspondante.

**B-2-4** Dire si la résistance à la diffusion de la vapeur d'eau  $S_d$  du pare- vapeur envisagé est suffisante ? Justifier votre réponse.

**ANNEXE B3 : Tableau de pression de vapeur saturante en fonction de T**

Température [°C]	Pr. de vapeur saturante [Pa]	Température [°C]	Pr. de vapeur saturante [Pa]	Température [°C]	Pr. de vapeur saturante [Pa]	Température [°C]	Pr. de vapeur saturante [Pa]
-29	42,17	-9	283,93	11	1312,7	31	4495,9
-28	46,73	-8	309,98	12	1402,6	32	4758,5
-27	51,74	-7	338,19	13	1497,8	33	5034,3
-26	57,25	-6	368,74	14	1598,75	34	5323,9
-25	63,29	-5	401,76	15	1705,5	35	5627,8
-24	69,91	-4	437,47	16	1818,4	36	5946,6
-23	77,16	-3	476,06	17	1938,0	37	6281,0
-22	85,10	-2	517,72	18	2064,3	38	6631,5
-21	93,78	-1	562,67	19	2197,8	39	6998,7
-20	103,26	0	611,15	20	2338,8	40	7383,5
-19	113,62	1	657,1	21	2487,7	41	7786,3
-18	124,92	2	706,0	22	2644,8	42	8208,0
-17	137,25	3	758,0	23	2810,4	43	8649,2
-16	150,68	4	813,5	24	2985,1	44	9110,7
-15	165,30	5	872,5	25	3169,2	45	9593,2
-14	181,22	6	935,3	26	3363,1	46	10097,6
-13	198,52	7	1002,0	27	3567,3	47	10624,6
-12	217,32	8	1072,8	28	3782,2	48	11175,1
-11	237,74	9	1148,1	29	4008,3	49	11750,0
-10	259,90	10	1228,0	30	4246,0	50	12349,9

**ANNEXE B1 : Tableau 1, 2 et 3: Document du fabricant « Gutex »**

Données techniques :	Thermoflex
Profilage du chant	affleuré
Épaisseur (mm)	40/60/80/100/120/140/160/180/200/220/240
Longueur x largeur (mm)	1220 x 575
Densité brute (kg/m³)	45
Mètres carrés par panneau (m²)	0,695
Poids par m² (kg)	1,8/2,7/3,6/4,5/5,4/6,3/7,2/8,1/9,0
Poids par panneau (kg)	1,25/1,88/2,5/3,1/3,7/4,4/5,0/5,6/6,2/6,9
Nombre de pièces par paquet	8/5/4/3/3/2/2/2/2
Nombre de paquets par palette	14/14/14/14/12/16/14/12/10
Nombre de pièces par palette	112/70/56/42/36/32/28/24/20
Mètres carrés par palette (m²)	77,88/48,68/38,94/29,21/25,03/22,25/19,47/16,69/13,91
Poids par palette (kg)	200
Valeur nominale de la conductivité thermique λ <sub>0</sub> (W/m.K)	0,038
Valeur nominale de résistance à la conductibilité de la chaleur R <sub>0</sub> (m².K/W)	1,05/1,58/2,11/2,63/3,16/3,68/4,21/4,74/5,26/5,79/6,32
Indice Sd (m)	0,08/0,12/0,16/0,20/0,24/0,28/0,32/0,36/0,40/0,44/0,48
Indice de diffusion de vapeur (μ)	1/2
Résistance hydraulique – linéaire (kPa.s/m)	5
Capacité thermique spécifique (J/kg.K)	2100
Température maximale d'utilisation	100°C
Comportement au feu : Euroclasse, selon la norme DIN 13501-I	E

Données techniques :	Ultherm
Profilage du chant	Rainure et languette
Épaisseur (mm)	50/60/80/100/120/140/160
Longueur x largeur (mm)	1780 x 600
Surface de recouvrement (mm)	1760 x 568 (1,0 m²)
Mètres carrés par panneau (m²)	1,07
Poids par panneau (kg)	9,6/11,5/15,4/19,2/23,1/26,9/30,8
Poids par m² (kg)	9,0/10,8/14,4/18,2/21,6/25,2/28,8
Nombre de panneaux par palette	40/34/26/20/18/14/12
Mètres carrés par palette (m²)	42,72/36,31/27,72/21,36/19,22/14,95/12,82
Poids par palette (kg)	400
Densité brute (kg/m³)	180
Valeur nominale de la conductivité thermique λ <sub>0</sub> (W/m.K)	0,042
Valeur nominale de résistance à la conductibilité de la chaleur R <sub>0</sub> (m².K/W)	1,09/1,30/1,74/2,17/2,61/3,04/3,48
Indice de diffusion de vapeur (μ)	3
Indice Sd (m)	0,15/0,18/0,24/0,30/0,36/0,42/0,48
Tension / Résistance à la pression (kPa)	150
Résistance verticale de l'air sur surface plane	30
Résistance hydraulique (kPa.s/m²)	100
Absorption d'eau à court terme (kg/m²)	≤ 1,0
Capacité thermique spécifique (J/kg.K)	2100
Comportement au feu : Euroclasse, selon la norme DIN 13501-I	E

**ANNEXE B4 : valeurs des résistances superficielles**

Paroi donnant sur :	R <sub>s</sub> m².K/W	R <sub>s</sub> (1) m².K/W	R <sub>s</sub> + R <sub>se</sub> m².K/W
Paroi verticale inclinaison ≥ 60° Flux horizontal	0,13	0,04	0,17
Flux ascendant Paroi horizontale inclinaison < 60°	0,10	0,04	0,14
Flux descendant Paroi horizontale inclinaison < 60°	0,17	0,04	0,21

(1) Si la paroi donne sur un autre local non chauffé, R<sub>s</sub> s'applique des deux côtés.  
(2) Un local est dit ouvert si le rapport de la surface totale de ses ouvertures perméables sur l'extérieur, à son volume, est supérieur à 0,035 m²/m³. Ce peut être le cas, par exemple, d'une circulation à l'air libre, pour des raisons de sécurité contre l'incendie.

**ANNEXE B2 : tableau valeur des matériaux**

Matériaux complémentaires	EP mm	λ (W/m.K)	μ	Sd (m)
Fermacell	10	0,32	13	0,13
Pare-vapeur DELTA façade +	0,25	0,25	80 000	18,00
OSB	10	0,13	40	0,40
Pare-pluie DELTA FOL DBF	0,5	0,50	240	0,12
Ossature épicea	140	0,13	0,50	4,90

Données techniques	Multiplex-top
Profilage du chant	Rainure et languette
Épaisseur (mm)	18/22/28/35
Longueur x largeur (mm)	2500 x 750
Densité brute (kg/m³)	200
Surface de recouvrement, longueur x largeur (mm)	2476 x 726 (18 mm) 2480 x 728 (22/28 mm) 2480 x 722 (35 mm)
Mètres carrés par panneau (m²)	1,875
Poids par panneau (kg)	6,75/8,25/10,5/13,1
Poids par m² (kg)	3,6/4,1/5,6/7,0
Nombre de panneaux par palette (pce)	55/45/35/28
Mètres carrés par palette (m²)	103,12/84,37/65,62/52,5
Poids par palette (kg)	530/530/430/400
Valeur nominale de la conductivité thermique λ <sub>0</sub> (W/m.K)	0,045
Valeur nominale de résistance à la conductibilité de la chaleur R <sub>0</sub> (m².K/W)	0,40/0,49/0,62/0,780
Indice de diffusion de vapeur (μ)	3
Indice sd (m)	0,054/0,066/0,084/0,105
Tension / Résistance à la pression (kPa)	200
Résistance verticale de l'air sur surface plane	40
Résistance hydraulique (kPa.s/m²)	100
Absorption d'eau à court terme (kg/m²)	≤ 1,0
Capacité thermique spécifique (J/kg.K)	2100
Comportement au feu : Euroclasse, selon la norme DIN 13501-I	E

**ANNEXE B5 : formulaire hygrothermique**

CHALEUR : LOI DE FOURIER		VAPEUR : LOI DE FICK	
Température T	°K	Pression de vapeur P <sub>v</sub>	Pa
Densité du flux de chaleur	$\rho = \lambda \frac{\Delta T}{e}$	Densité du flux de vapeur	$\omega = \pi \frac{\Delta P_v}{e}$
Conductivité thermique λ	W/m.K	Coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau π	g/m.Pa.s
Résistance thermique	$R = \frac{e}{\lambda}$	Résistance à la diffusion de la vapeur d'eau	$Sd = \frac{e}{\pi}$
Résistance thermique d'une paroi multicouche	$R = \sum \left( \frac{e}{\lambda} \right)$	Résistance à la diffusion de la vapeur d'eau d'une paroi	$Sd = \sum \left( \frac{e}{\pi} \right)$
Densité du flux de chaleur au travers d'une paroi multicouche	$\rho = \frac{\Delta T}{R}$	Densité du flux de vapeur d'eau au travers d'une paroi	$\omega = \frac{\Delta P_v}{Sd}$
Résistance superficielle R <sub>si</sub> et R <sub>se</sub>	m².K/W		
coefficient de transmission thermique surfacique	$U = \frac{1}{R}$	W/m².K	

## ETUDE C : ACOUSTIQUE

### C-1 ETUDE D'UNE FACADE : façade de la salle de repas.

L'objet de l'étude porte sur l'isolement de la façade la plus exposée et la préparation du choix des châssis vitrés.

#### Données complémentaires utiles à cette étude :

Distance estimée de la façade exposée par rapport au bord de voie :

- \* 38,50 m pour l'avenue du 8 mai 1945
- \* 160,00 m pour la Rue de l'hôpital Auban-Moet

Plan détaillé de la salle de repas : Voir plans en Annexe C1.

**C-1-1** Donner le classement des voies, leur distance d'influence et la valeur de l'isolement acoustique minimum exigée noté  $D_{nT,A,tr}$ , selon l'arrêté du 23 juillet 2013 et l'arrêté municipal de la ville d'EPERNAY (voir Annexes C2 et C3).

La communauté de communes, dont fait partie Épernay étudie un nouveau plan de circulation pour fluidifier la circulation et ainsi désengorger le centre-ville. Ce plan vise à l'élargissement de certaines voies, dont l'Avenue du 8 mai 1945, qui verrait sa catégorie passer à 3.

Le maître d'ouvrage visant la qualité de son établissement, veut anticiper cette nouvelle configuration et la prendre en compte dans les études et donc, dans le choix des châssis vitrés et leur qualité acoustique.

On vous demande donc, par calculs, de faire le choix du type de vitrage des châssis en déterminant l'affaiblissement  $[R_w + C_{tr,e}]$  de ceux-ci, conformément à la réglementation et à cette nouvelle contrainte de projet. On limitera l'étude à la salle de repas du RDC, exposée à l'Avenue du 8 mai.

**C-1-2** Donner la nouvelle valeur de l'isolement acoustique  $D_{nT,A,tr}$  exigée (voir Annexe C2).

**C-1-3** Étude des châssis vitrés de la salle de repas du RDC en façade exposée à l'Avenue du 8 mai 1945.

**C-1-3-1** Calculer la puissance acoustique maximale totale X4, en  $\mu W$  (voir Annexe C4)

Pour la suite de l'étude en détermination, vous considérerez :

- La puissance X11 qui représente la transmission à travers les éléments béton + bardage léger en façade, (soit la retombée de poutre et les 2 poteaux latéraux) sera négligée.
- $X1 = X11 + X12$  avec :
  - X11 transmission à travers les éléments béton + bardage léger négligé = 0
  - X12 transmission à travers les châssis vitrés.

**C-1-3-2** La puissance X2 transmise par les parois liées à la façade sera négligée pour cette étude ; expliquer pourquoi.

**C-1-3-3** Calculer la puissance X3 en  $\mu W$  transmise par les deux entrées d'air (voir Annexes C4 et C6).

**C-1-3-4** Calculer la puissance X12, en  $\mu W$ , transmise par les châssis vitrés et en déduire l'affaiblissement acoustique minimal  $[R_w + C_{tr}]$  en dB des menuiseries extérieures (voir Annexe C4).

**C-1-3-5** Déterminer le type de vitrage de la menuiserie extérieure (voir Annexes C4 et C5).

### C-2 CORRECTION ACOUSTIQUE DE LA SALLE DE REPAS

#### Données complémentaires utiles à cette étude :

- Les poteaux BA seront négligés et les cloisons seront considérées comme prises jusqu'aux châssis vitrés, soit 4,36 m et 5,35 m.
- Toutes les parois verticales seront considérées comme peintes.
- La salle sera considérée comme meublée et non occupée avec 4 tables de 1,05x2,20 et 16 chaises.
- Le plafond de la salle est réalisé avec des plaques plâtre peintes.
- Toutes les portes intérieures seront considérées comme isoplanes.

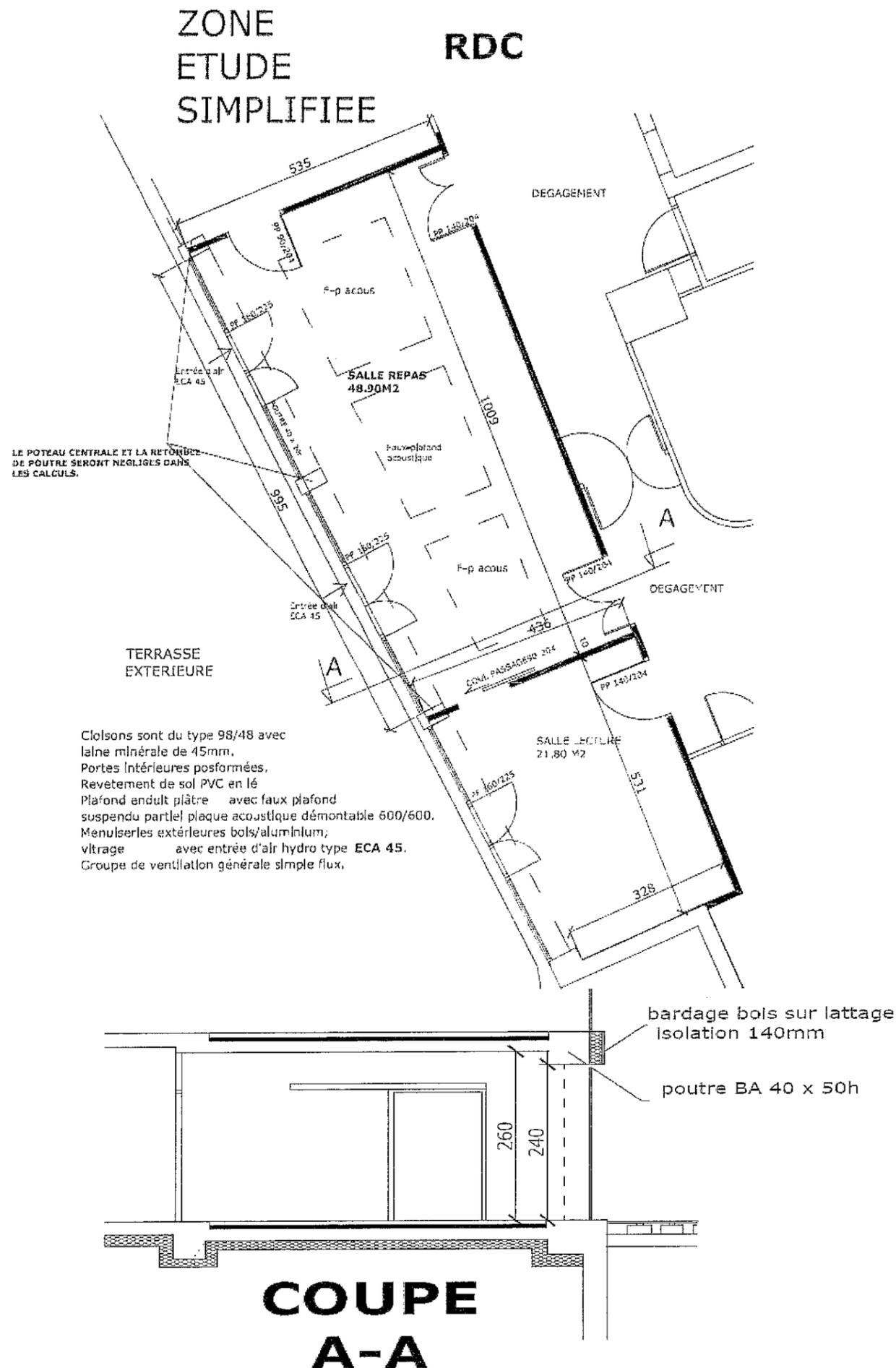
3 zones de plafond suspendu démontable sont prévues dans cette salle et corrigent déjà l'acoustique de la pièce. Une autre solution, plus économique et esthétique, peut être proposée en remplacement de ce plafond : l'utilisation de plaques en plâtre acoustiques en plafond non démontable sur la totalité de la surface.

**C-2-1** Déterminer le temps de réverbération réglementaire  $tr$  en s (voir Annexe C7).

**C-2-2** Calculer le temps de réverbération si l'on supprime les parties de faux plafond acoustique déjà prévues (voir Annexe C4).

**C-2-3** Quel est le choix au plus juste parmi la proposition de types de plaque Gyptone à utiliser ? L'incidence du plénum est négligée dans les calculs du volume de la pièce et des surfaces des parois verticales (voir Annexe C8).

**ANNEXE C1 : EXTRAIT PLAN RDC HAUT sans échelle**



**ANNEXE C2 : CLASSEMENT AUX BRUITS DES INFRASTRUCTURES ROUTIERES**

Le classement des infrastructures de transports terrestres et la largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure sont définis en fonction des niveaux sonores de référence :

Niveau sonore de référence $L_{Aeq}(6h-22h)$ en dB(A)	Niveau sonore de référence $L_{Aeq}(22h-6h)$ en dB(A)	Catégorie de l'infrastructure	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure
$L > 81$	$L > 76$	Catégorie 1 - la plus bruyante	300 m
$76 < L \leq 81$	$71 < L \leq 76$	Catégorie 2	250 m
$70 < L \leq 76$	$65 < L \leq 71$	Catégorie 3	100 m
$65 < L \leq 70$	$60 < L \leq 65$	Catégorie 4	30 m
$60 < L \leq 65$	$55 < L \leq 60$	Catégorie 5	10 m

**Incidence du classement sonore sur les règles de construction des bâtiments d'habitation**

Tout bâtiment à construire dans un tel secteur affecté par le bruit doit respecter un isolement acoustique minimal déterminé selon les spécifications de l'arrêté du 30 mai 1996 (modifié par l'arrêté du 23 juillet 2013). Ce calcul prend en compte la catégorie de l'infrastructure, la distance qui la sépare du bâtiment, ainsi que l'existence de masques éventuels (écrans anti-bruit, autres bâtiments, ...) entre la source sonore et chaque façade du bâtiment projeté. Il est également possible pour un constructeur d'ériger lui-même une protection de type écran (mur de clôture, merlon en bordure de lotissement, etc...) plutôt que d'adopter une valeur renforcée de l'isolement de façade, la finalité étant d'aboutir à un niveau sonore identique à l'extérieur du bâtiment. Outre la méthode forfaitaire simplifiée proposée par l'arrêté, le constructeur peut également utiliser une méthode de calcul détaillée qui prend en compte de façon plus fine la topographie du site et les masques s'opposant à la propagation sonore.

Il est important de préciser que ces dispositions ne constituent pas une règle d'urbanisme, mais une règle de construction (au même titre, par exemple, que la réglementation relative à l'isolation thermique). Ainsi, les éléments concernant le classement ne figurent que dans les annexes (parties informatives) des POS, et le permis de construire ne mentionnent pas la valeur d'isolement nécessaire, dont le calcul est de la responsabilité de chaque constructeur.

Pour les bâtiments d'habitation, les établissements d'enseignement et de santé, ainsi que les hôtels venant s'édifier dans les secteurs classés, les isollements de façade exigés sont compris entre 30 dB(A) (minimum imposé même en zone très calme) et 45 dB(A) pour un bruit de type routier. Dépendant essentiellement de la catégorie de la voie et de la distance des façades à cette voie, ces exigences d'isolement visent un objectif de niveaux de bruit résiduels intérieurs ne dépassant pas 35dB(A) de jour et 30 dB(A) de nuit.

L'isolement acoustique caractérise ici la capacité de la façade, fenêtres fermées, à résister à la transmission du bruit venant de l'extérieur.

Dans les rues en U, le tableau suivant donne la valeur minimale en décibel, de l'isolement standardisé pondéré pour un bruit de trafic,  $D_{nT,A,Tr}$ , en fonction de la catégorie de l'infrastructure, pour les pièces directement exposées au bruit des transports terrestres :

Catégorie	Isolement minimal $D_{nT,A,Tr}$
1	45 dB
2	42 dB
3	38 dB
4	35
5	30

En tissu ouvert, valeur de l'isolement par catégorie et en fonction de la distance entre le bâtiment à construire et le bord extérieur de l'infrastructure

Distance (m)	0	10	15	20	25	30	40	50	65	80	100	125	160	200	250
Catégorie	10	15	0	25	30	40	50	65	80	100	125	160	200	250	300
1	45	45	55	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32
2	42	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	
3	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30					
4	35	33	32	31	30										
5	30														

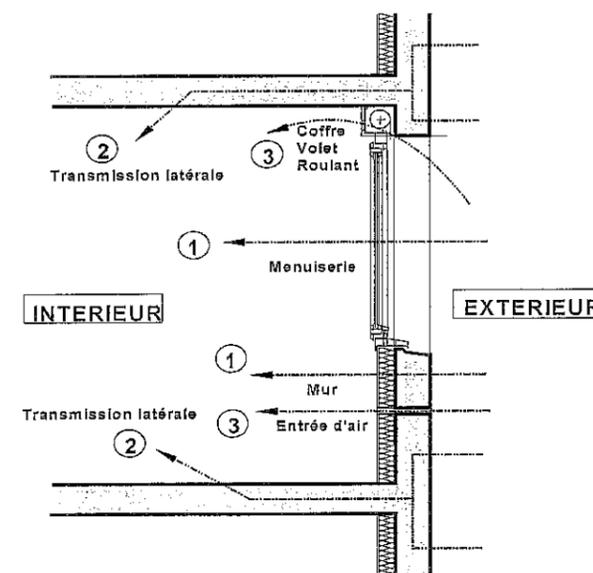
### ANNEXE C3 : EXTRAIT Arrêté municipal infra0425 ville EPERNAY 2009

INFRASTRUCTURE début/fin tronçon	Cat.	secteur	profil
Boulevard de la République Route Départementale n° 1 Avenue P. Grenier	3	d=100m	ouvert
Boulevard de la République Avenue P. Grenier Rue Thiers	2	d=300m	Rue en U
Boulevard de la République Rue Thiers Rue du Dome	3	d=100m	Rue en U
Boulevard de la République Rue du Dome 50 m av. rue M. Dassault	2	d=300m	Rue en U
République 50 m av. rue M. Dassault	2	d=300m	ouvert
M. Dassault Place M. Sembat	3	d=100m	Rue en U
Avenue André Morizet Place M. Sembat Rue Bouveri	4	d=30m	ouvert
Avenue André Morizet Rue de l'hôpital Auban-Moet	3	d=100m	ouvert
Avenue André Morizet Rue de Silly Rond-Point Rhin et Danube	3	d=100m	ouvert
RD 907 Pont de Saint-Cloud Av. De Lattre de Tassigny Limite communale Route départementale n° 1 Rond-Point Rhin et Danube	2	d=300m	ouvert
Route de la Reine Rond-Point Rhin et Danube Rue de Silly	3	d=100m	ouvert
Route de la Reine Rue de Silly Rue de Billancourt	3	d=100m	ouvert
Route de la Reine Avenue du 8 mai 45	4	d=30m	ouvert
Route de la Reine Place Wallace Rue de l'Ouest	3	d=100m	Rue en U
Route de la Reine Rue de l'Ouest Rue de l'Est	3	d=100m	ouvert
Route de la Reine Rue de l'Est Avenue Victor Hugo	3	d=100m	Rue en U
Route de la Reine Avenue Victor Hugo Limite communale	3	d=100m	ouvert

## ANNEXE C4 : ISOLEMENT ACOUSTIQUE DES FACADES

1 - RAPPEL : Compte tenu de l'exposition d'une façade à un type de bruit, il en résulte un niveau d'isolement minimum ( $D_{nT,A,tr}$  « exigence ») vis à vis de bruits de :

- Trafic routier ("bruit route") :  $D_{nT,A,tr}$  en dB
- Trafic aérien ("bruit rose") :  $D_{nT,A}$  en dB



La puissance acoustique dans le local de réception provient des transmissions :

- Transmission directe au travers de l'élément façade :** (puissance  $X_1$ , en  $\mu W$ )  
Mur de façade ; menuiserie extérieure, ...
- Transmissions latérales par les parois liées à la façade :** (puissance  $X_2$ , en  $\mu W$ )
- Transmission par les équipements situés en façade :** (puissance  $X_3$ , en  $\mu W$ )  
Entrée d'air, coffre de volet roulant, ...

La puissance acoustique totale dans le local de réception sera :

$$X_4 = X_1 + X_2 + X_3 \text{ en } \mu W$$

Nota : Le niveau de bruit perçu dans le local de réception dépend, aussi, de sa durée de réverbération

### 2 - EXPRESSION DE L'ISOLEMENT ACOUSTIQUE DE LA FAÇADE

En considérant une durée de réverbération de référence de 0,5 s, l'isolement,  $D_{nT,A,tr}$  en dB, de l'élément de façade étudiée a pour expression :

EN VÉRIFICATION
$D_{nT,A,tr} = 10 \cdot \log \left[ \frac{0,32 \cdot V \cdot 10^6}{X_4} \right] \geq D_{nT,A,tr} \text{ exig.}$

EN DÉTERMINATION
$X_4 \leq 0,32 \cdot V \cdot 10^{6 - \frac{D_{nT,A,tr} \text{ exig.}}{10}}$

$V$  = volume du local de réception en  $m^3$ .

$X_4 = X_1 + X_2 + X_3$  = puissance acoustique totale en  $\mu W$

### 3 - TRANSMISSIONS DIRECTES PAR LES PAROIS (Puissance $X_1$ )

Chaque partie de paroi est caractérisée par :

$[R_w + C_{tr}]$  = son indice d'affaiblissement acoustique en dB.

$S$  = surface en  $m^2$ .

	EN VÉRIFICATION
Pour chaque partie de l'élément de façade, la puissance acoustique : $X_1$ en $\mu W$ est :	$X_1 = S \cdot 10^{6 - \frac{[R_w + C_{tr}]}{10}}$

EN DÉTERMINATION
$[R_w + C_{tr}] \geq 60 - 10 \cdot \log \left[ \frac{X_1}{S} \right]$

Si la paroi comporte plusieurs parties, la puissance totale est :  $X_1 \text{ totale} = \sum X_1 \text{ élément.}$

### NOTA : ISOLATION PAR L'EXTÉRIEUR :

Loi de masse bruits routiers :  $[R_w + C_{tr}] = (40 \log(ms) - 50)$  en dB  
avec  $ms$ , masse surfacique de la paroi ( $kg/m^2$ )

Masse volumique du béton banché 2 300  $kg/m^3$

## ANNEXE C5 : EXTRAIT DOCUMENTATION MENUISERIE EXTERIEURE

Affaiblissement acoustique menuiserie aluminium équipée de différents vitrages **STADIP SILENCE** :

R <sub>w</sub> dB	[R <sub>w</sub> +C] dB	[R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub> ] dB	Ep totale mm	Composition mm	REFERENCE gamme
36	35	31	24	5/12/33.2SI	421658H
39	37	33	30	6/15/44.2SI	421712H
39	38	34	27	6/12/44.2SI	421815H
39	38	34	31	6/16/44.2SI	421940H
41	39	35	32	8/15/44.2SI	511021B
42	40	36	33	6/15/66.1SI	511174B
42	40	37	34	10/15/44.2SI	511245B
43	42	38	34	10/16/44.1SI	511380B
43	42	39	36	12/15/66.1SI	511468B
45	44	40	38	10/16/66.1SI	631243L
45	44	42	45	12/20/66.2SI	631325L
45	44	43	49	12/24/66.2SI	631479L
46	45	41	40	64.2/20/44.2SI	631532L
51	50	47	52	64.2SI/24/86.2SI	701228V

- Parois simples en béton ou maçonnerie enduite avec isolation par enduits sur isolant en mousse rigide.

Support	NATURE DE L'ENDUIT	Correction [R <sub>w</sub> + C <sub>tr</sub> ] support en dB
Béton ou BBM	Enduit hydraulique	- 5
	Enduit organique	- 4
Briques creuses	Enduit hydraulique	- 2
	Enduit organique	0

- Parois simples en béton ou maçonnerie enduite une face au moins avec isolation par laine minérale + lame d'air + bardage.

Nature du bardage	Correction [R <sub>w</sub> + C <sub>tr</sub> ] support en dB
Bardages légers	+ 4
Bardages lourds	+ 7

Les bardages lourds sont les bardages par maçonnerie ou éléments de pierre reconstituée, Les autres systèmes (enduits armés, petits éléments de couverture, plaques ou clins métalliques ou plastiques, plaques fibre ciment, ...) sont considérés comme des bardages légers.

### 4 - TRANSMISSIONS LATÉRALES (Puissance X2)

Cette transmission dépend de :

[R<sub>w</sub> + C<sub>tr</sub>] = indice d'affaiblissement acoustique (en dB) de l'élément de façade.

S = surface totale, en m<sup>2</sup>, de l'ensemble des parois latérales liées à la façade

La puissance acoustique, X2 en μW, due aux transmissions latérales a pour expression :

$$X_2 = S \cdot 10^{5 - \frac{[R_w + C_{tr}]}{10}}$$

**NOTA** Si D<sub>nT,A,tr</sub> exig. ≤ 35 dB, X2 non pris en compte dans les calculs

### 5 - TRANSMISSION PAR LES ÉQUIPEMENTS (Puissance X3)

Chaque équipement est caractérisé par son isolement normalisé [D<sub>n,e,w</sub> + C<sub>tr</sub>] en dB.

Pour chaque équipement situé dans l'élément de façade, la puissance acoustique est :  
X3 en μW est :

$$X_3 = 10^{7 - \frac{[D_{n,e,w} + C_{tr}]}{10}}$$

$$[D_{n,e,w} + C_{tr}] \geq 70 - 10 \cdot \log X_3$$

### REVERBERATION

MATERIAUX	Coef α moy
Béton brut	0,02
Enduit de ciment lisse	0,03
Platre brut	0,04
Platre peint	0,03
Panneau de laine minérale	0,79
Panneau de fibre isolante	0,4
Vitrage courant	0,07
Porte isoplane	0,09
Revêtement plastique collé	0,03
Carrelage	0,03
Parquet collé	0,07
Linoléum sur feutre	0,11
Contreplaqué 5mm	0,11
Tôle perforée et laine minérale	0,79
Fibres de bois compressées	0,44

MATERIAUX	Coef α moy
MOBILIER	
Chaise vide/unité	0,15
Table /m <sup>2</sup>	0,2
Fauteuil/unité	0,3
Personne isolée/unité	0,45
Personne assise sur une chaise/fauteuil	0,43

### FORMULE DE SABINE

$$Tr = 0,16V/A$$

V : volume du local en m<sup>3</sup>

A = S.α : surface d'absorption équivalente du local

S : surface totale des parois du local en m<sup>2</sup>

α : coefficient d'absorption moyen des parois

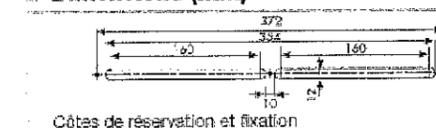
## ANNEXE C6 : ENTREES D'AIR

### ENTREES D'AIR AUTOREGLABLES ACOUSTIQUES

Séries ECA (réservation 354 x 12 mm)  
ECA-RA



#### Dimensions (mm)



#### Codification et prix

Entrées d'air ECA				Entrées d'air ECA RA			
Référence	Code	Couleur	Prix HT	Référence	Code	Couleur	Prix HT
ECA 22 Blanc	854 090			ECA 22 RA Blanc	857 655		
ECA 30 Blanc	854 093			ECA 30 RA Blanc	857 656		
ECA 45 Blanc	854 096			ECA 45 RA Blanc	857 657		

Type	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Atténuation	
		D <sub>n, e, w</sub> (Ctr)	D <sub>n, e, w</sub> (C)
ECA 22	22	39 (ESA 5)	39 (ESA 5)
ECA 30	30	39 (ESA 5)	39 (ESA 5)
ECA 45	45	37 (ESA 4)	37 (ESA 4)

Type	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Atténuation	
		D <sub>n, e, w</sub> (Ctr)	D <sub>n, e, w</sub> (C)
ECA 22 RA	22	41 (ESA 5)	42 (ESA 5)
ECA 30 RA	30	41 (ESA 5)	41 (ESA 5)
ECA 45 RA	45	39 (ESA 5)	39 (ESA 5)

#### Applications

- Montage en applique sur menuiseries, sur coffres de volets roulants ou en traversée de paroi sur manchon adapté
- Réponse aux classements de façade de 30 dB (ESA 4 et ESA 5)
- Utilisations : VMC autoréglable ou VMC hygro-A
- Avis technique N° 14/07-1194
- Conforme Nouvelle Réglementation Acoustique (NRA)

Réglette intérieure : lg 422 x ht 45 x ep 45 mm

Capuchon de façade : lg 400 x ht 23 x ep 12 mm

## ANNEXE C7 : EXIGENCES ACOUSTIQUES LOCAUX DE SANTE

Exigences réglementaires concernant l'isolement aux bruits aériens intérieurs  
L'isolement acoustique standardisé pondéré  $D_{nT,A}$  exprimé en dB entre les différents types de locaux doit être égal ou supérieur aux valeurs indiquées dans le tableau ci-après :

Réception	Émission				
	Locaux d'hébergement et de soins	Salles d'examen et de consultation, bureaux, salles d'attente	Salles d'opération, d'obstétrique et salles de travail	Circulations internes	Autres locaux
Salles d'opération, d'obstétrique et salles de travail	47	47	47	32	47
Locaux d'hébergement et de soins, salles d'examen et de consultation, salles d'attente <sup>1)</sup> , bureaux médicaux	42	42	47	27	42

<sup>1)</sup> Hors salles d'attente des services d'urgence

Exigences réglementaires concernant les durées de réverbération

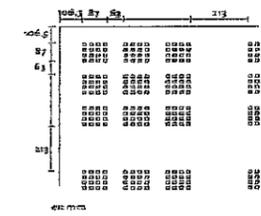
Les valeurs de durée de réverbération moyenne à respecter dans les locaux sont données dans le tableau ci-après :

Volumétrie des locaux	Nature des locaux	Durée de réverbération moyenne (en secondes)
$V \leq 250 \text{ m}^3$	Salle de restauration	$Tr \leq 0,8 \text{ s.}$
	Salle de repos du personnel	$Tr \leq 0,5 \text{ s.}$
	Local public d'accueil	$Tr \leq 1,2 \text{ s.}$
	Local d'hébergement ou de soins, salles d'examen et de consultations, bureaux médicaux et soignants	$Tr \leq 0,8 \text{ s.}$
$V > 250 \text{ m}^3$	Local et circulation accessibles au public <sup>1)</sup>	$Tr \leq 1,2$ si $250 \text{ m}^3 < V \leq 512 \text{ m}^3$
		$Tr \leq 0,15 \times \sqrt[3]{V} \text{ s.}$ si $V > 512 \text{ m}^3$

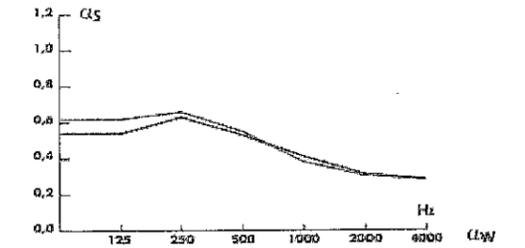
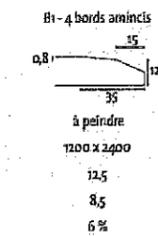
<sup>1)</sup> À l'exception des circulations communes affectées aux services d'hébergement et de soins

## ANNEXE C8 : EXTRAIT DOCUMENTATION PLACOPLATRE / PLAFOND

Gyptone®  
Quattro 47 SP

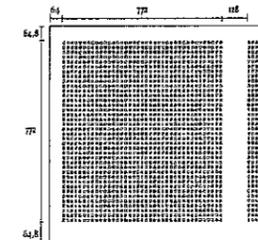


Type de bord (mm)	B1 - 4 bords amincis
Surface	à peindre
Format (mm)	1200 x 2400
Épaisseur (mm)	12,5
Poids approx. (kg/m²)	8,5
Taux de perforation	6%

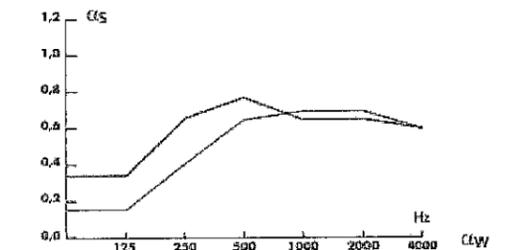
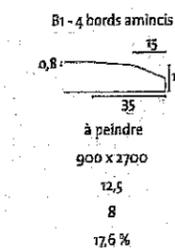


Plénum 300 mm / laine 75 mm	0,55	0,64	0,54	0,42	0,32	0,29	0,40 (L)
Plénum 100 mm / laine 75 mm	0,40	0,47	0,54	0,39	0,31	0,29	0,40 (L)

Gyptone®  
Sixto 65 SP



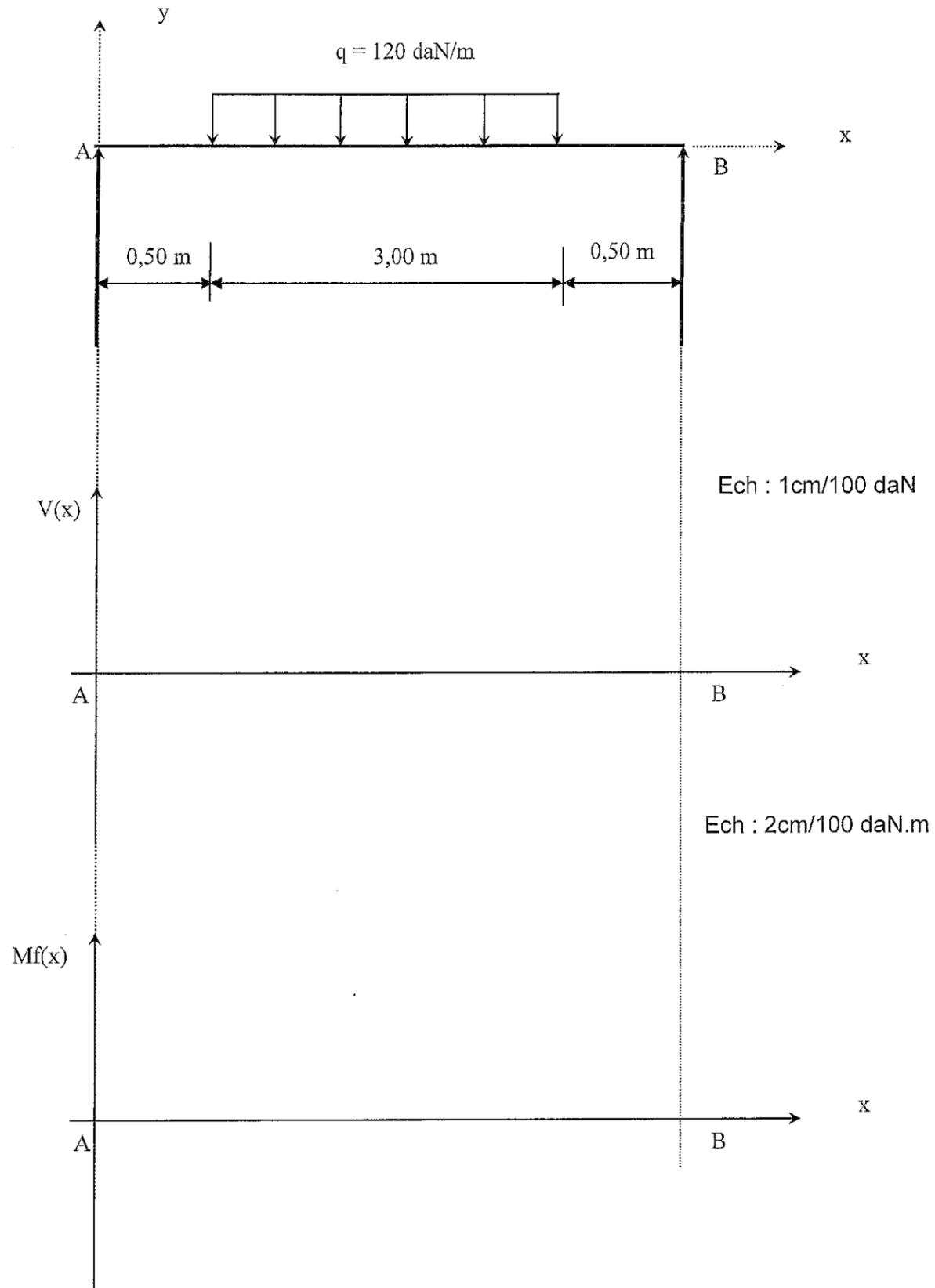
Type de bord (mm)	B1 - 4 bords amincis
Surface	à peindre
Format (mm)	900 x 2700
Épaisseur (mm)	12,5
Poids approx. (kg/m²)	8
Taux de perforation	17,6%



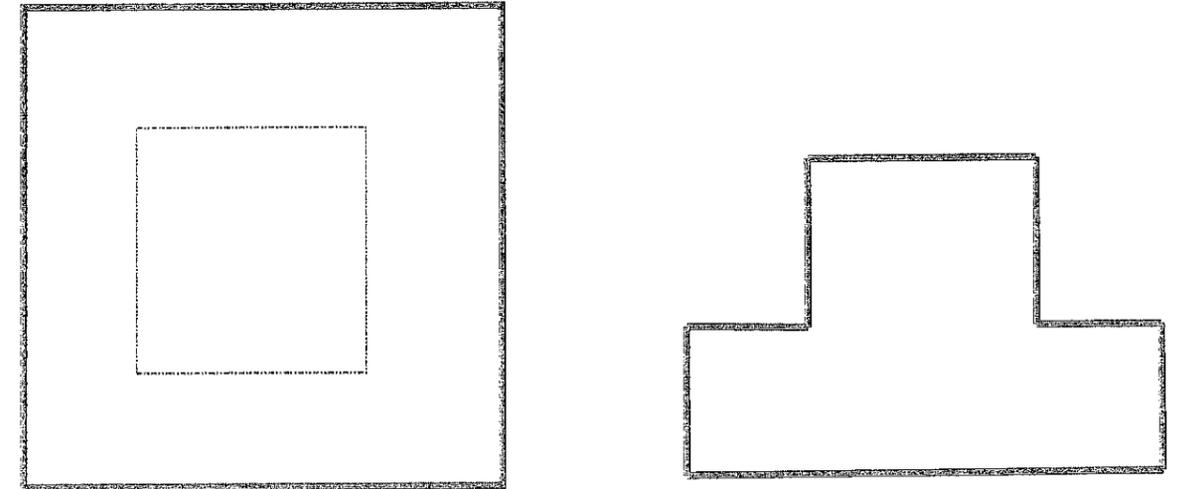
Plénum 200 mm / sans laine	0,35	0,45	0,75	0,65	0,65	0,40	0,70 (L)
Plénum 58 mm / sans laine	0,15	0,40	0,25	0,70	0,70	0,40	0,65 (L)

DOCUMENT REPONSE DR 1

A-1-7 DIAGRAMMES DE L'EFFORT TRANCHANT V(x) ET DU MOMENT FLECHISSANT M(x)



A-2-3 SHEMAS DE FERRAILLAGE DE PRINCIPLE

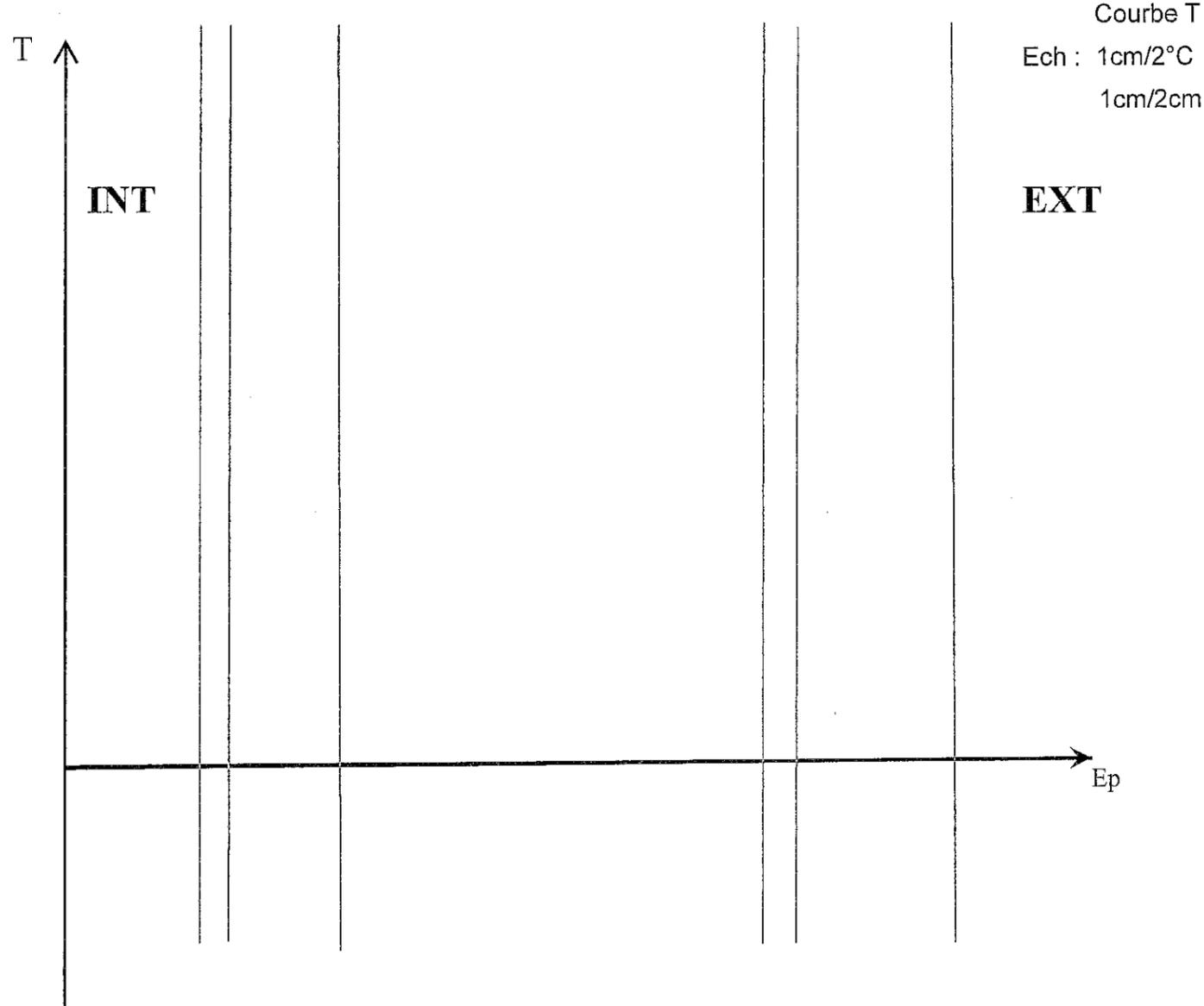


**DOCUMENT REPONSE DR 2**

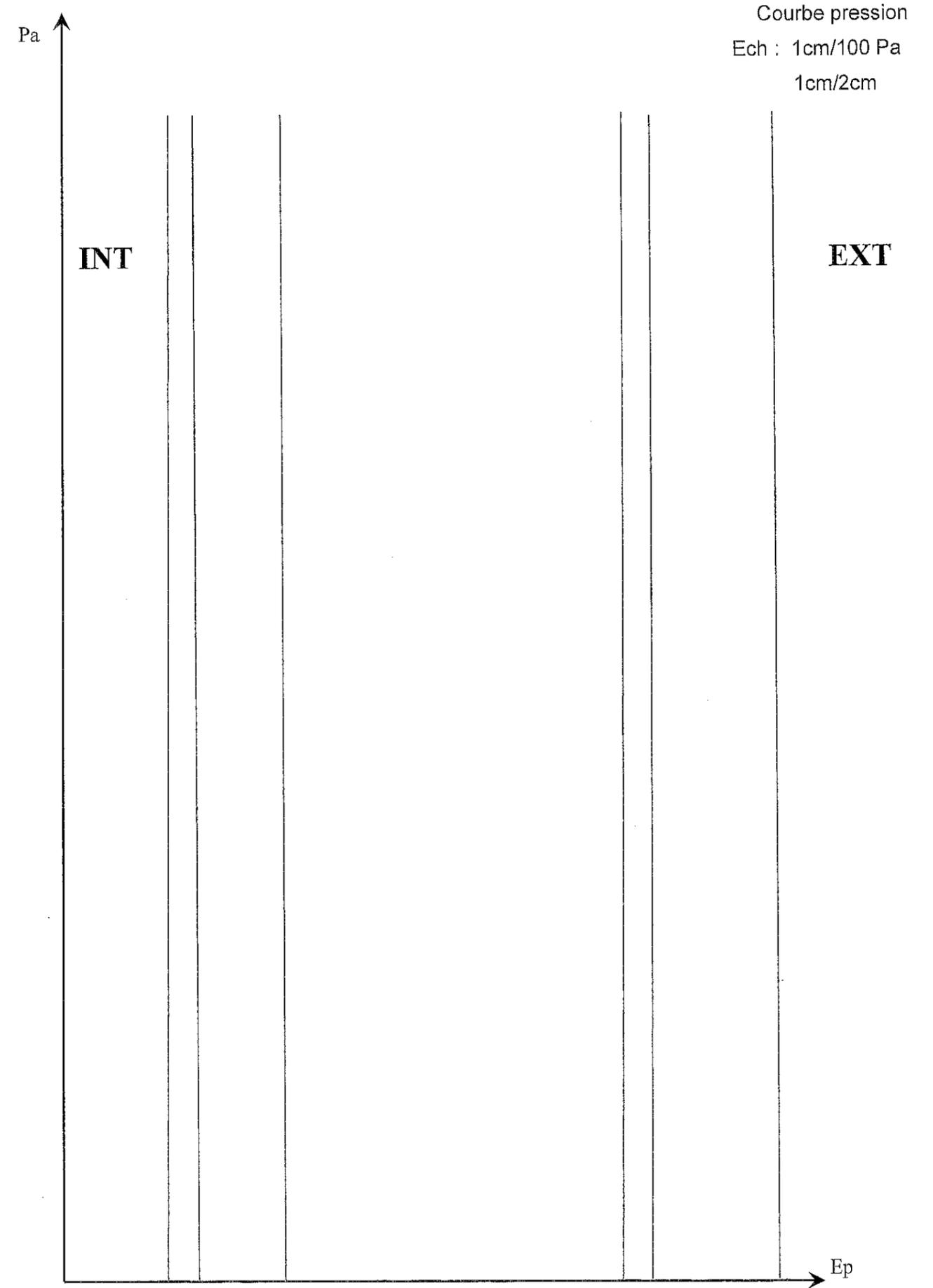
**B-1-4 / B-2-2 / B-2-3 : TEMPERATURES ET PRESSIONS DANS LA PAROI**

COUCHES	Ep	Sd	Temp	Temp arrondie	Pression saturante	Pression partielle	Humidité relative
	m	m	°C	°C	Pa	Pa	%
Ambiance int			20,00	20,0			50
Face paroi int			19,44	19,5			
Fermacell	0,010	0,13	19,31	19,5		1164	
Gutex multiplex-top	0,035						
Parre vapeur	0,00025	18,00	15,96	16,0		364	
Gutex thermoflex	0,140						
Panneau OSB	0,010	0,40	-0,15	0,0		334	
Gutex ultratherm	0,050						
Pare pluie	0,0005	0,12					
Face paroi ext			-4,83	-5,0			
Ambiance ext			-5,00	-5,0			80

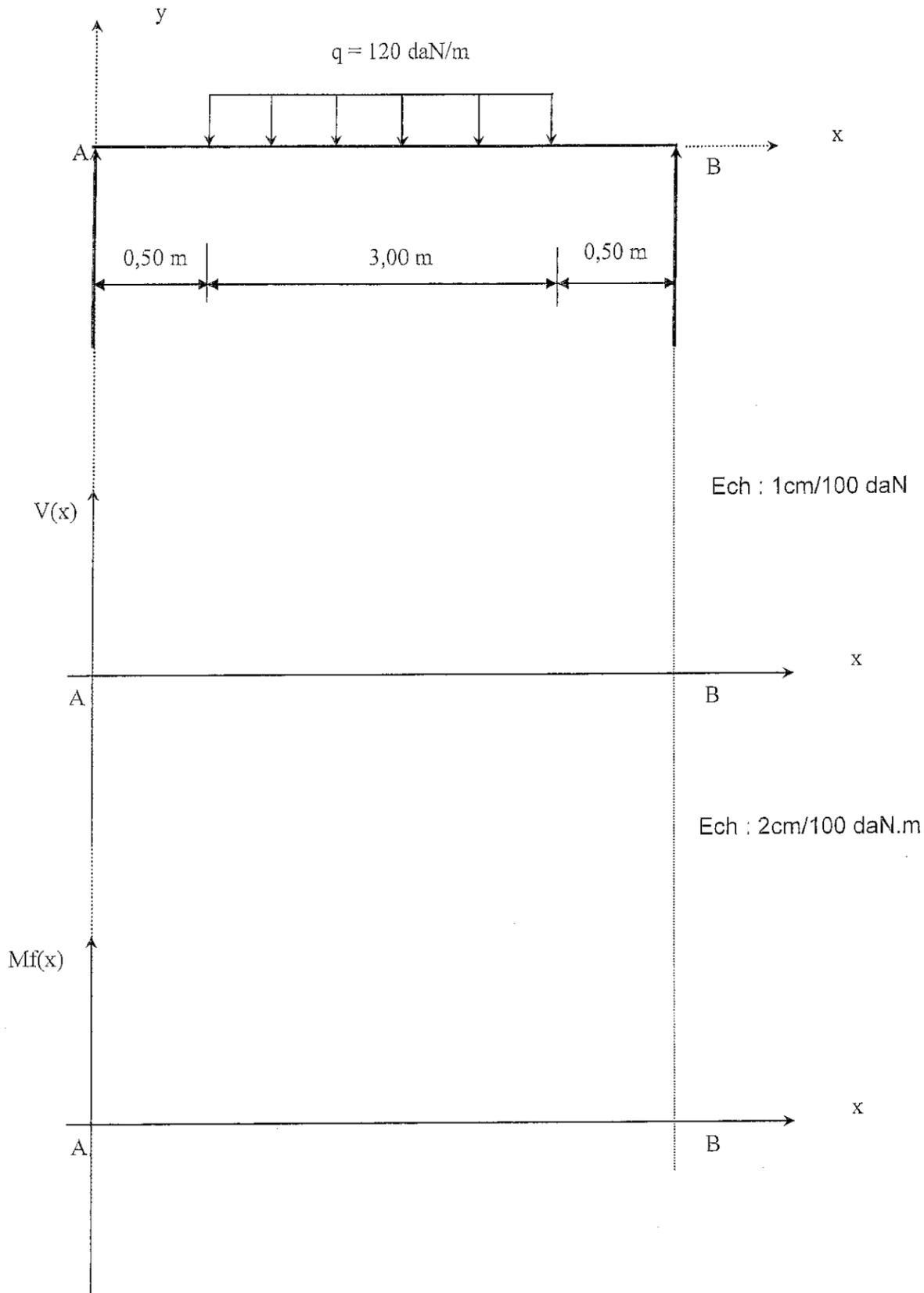
**B-2-2 / B-2-3 : COURBE DE TEMPERATURES DANS LA PAROI**



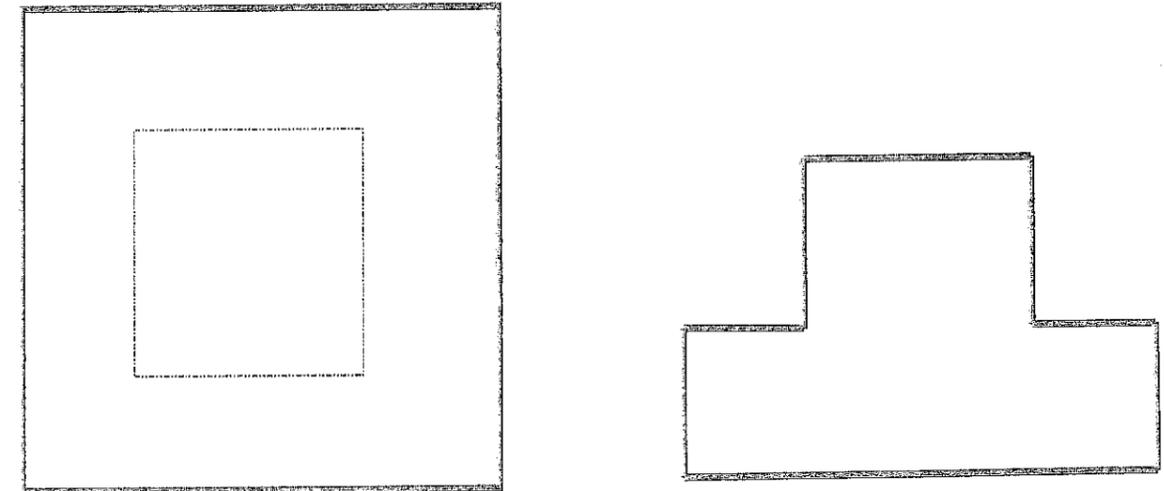
**B-2-2 / B-2-3 : COURBE DE PRESSIONS DANS LA PAROI**



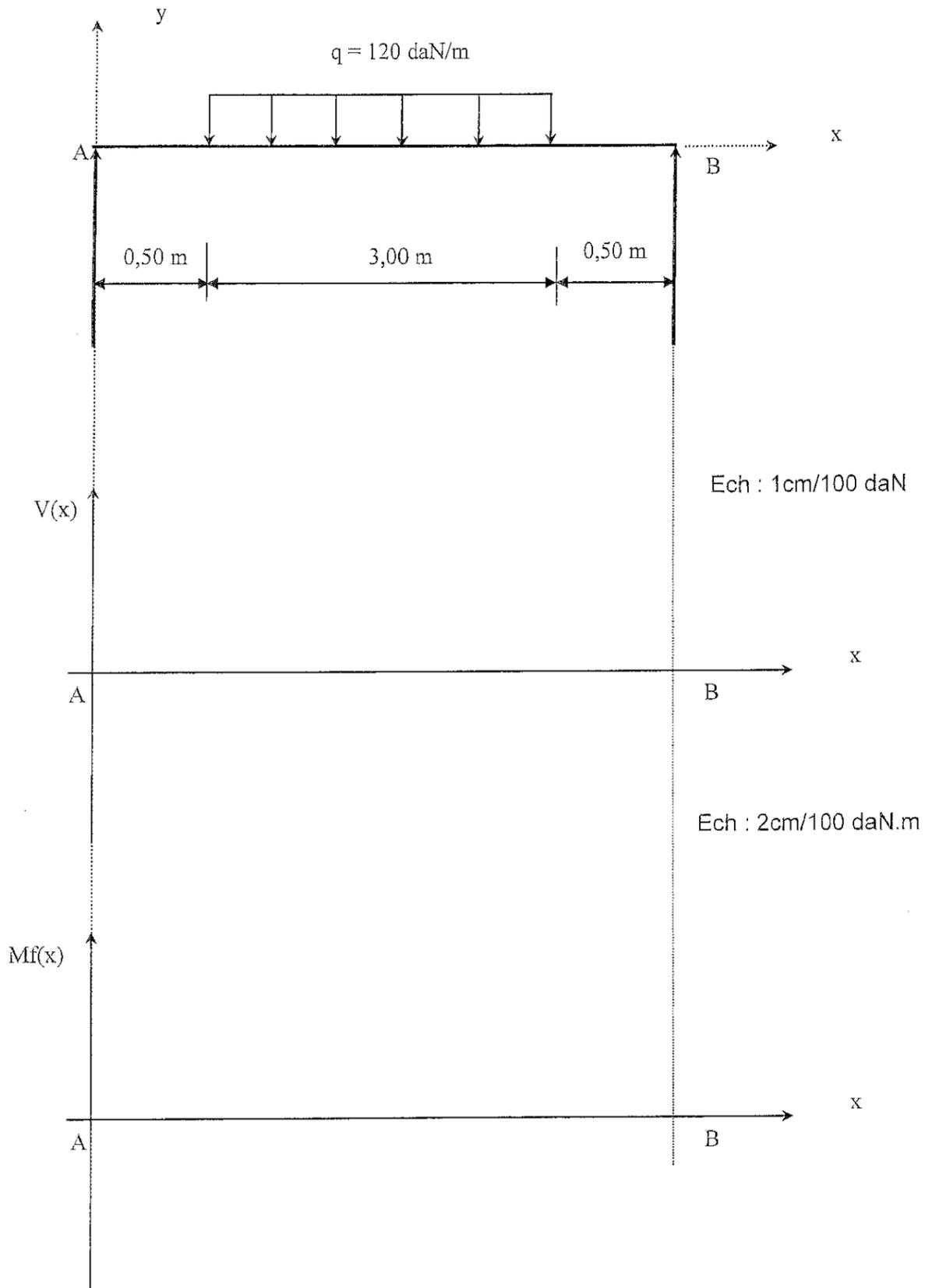
A-1-7 DIAGRAMMES DE L'EFFORT TRANCHANT  $V(x)$  ET DU MOMENT FLECHISSANT  $M(x)$



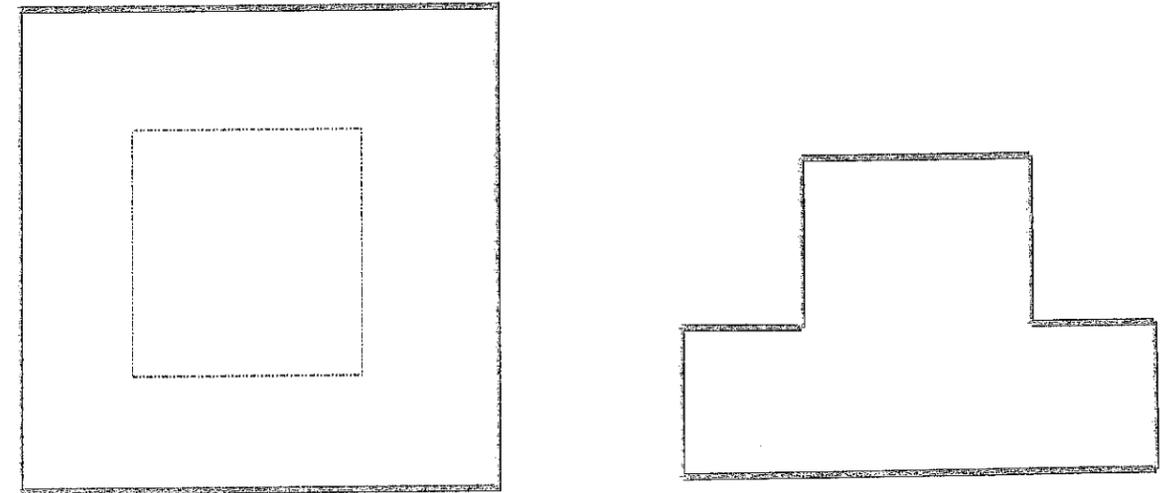
A-2-3 Schemas de Ferraillage de Principe



A-1-7 DIAGRAMMES DE L'EFFORT TRANCHANT  $V(x)$  ET DU MOMENT FLECHISSANT  $M(x)$



A-2-3 SHEMAS DE FERRAILLAGE DE PRINCIPE

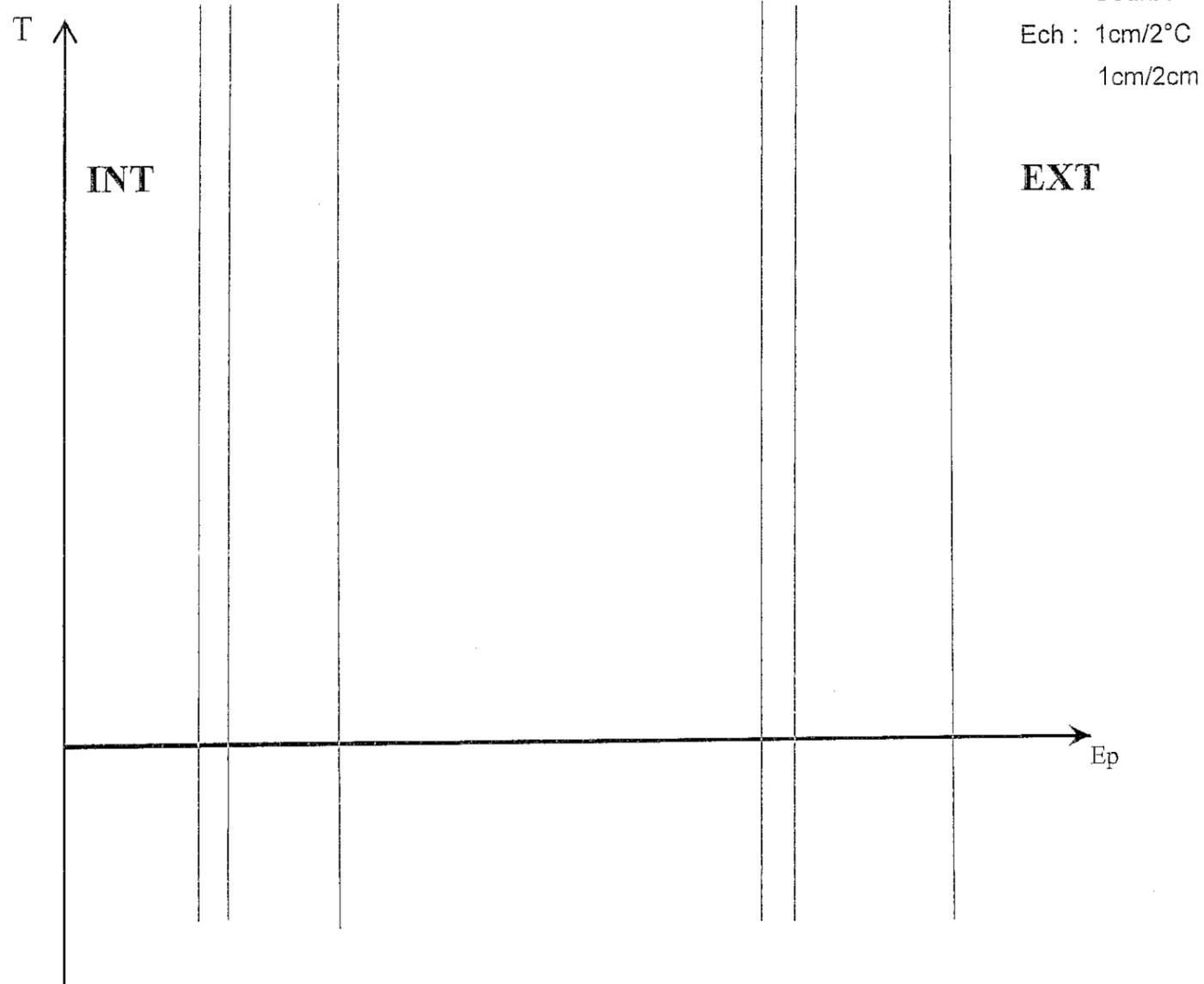


**DOCUMENT REPONSE DR 2**

**B-1-4 / B-2-2 / B-2-3 : TEMPERATURES ET PRESSIONS DANS LA PAROI**

COUCHES	Ep	Sd	Temp	Temp arrondie	Pression saturante	Pression partielle	Humidité relative
	m	m	°C	°C	Pa	Pa	%
Ambiance int			20,00	20,0			50
Face paroi int			19,44	19,5			
Fermacell	0,010	0,13	19,31	19,5		1164	
Gutex multiplex-top	0,035						
Parre vapeur	0,00025	18,00	15,96	16,0		364	
Gutex thermoflex	0,140						
Panneau OSB	0,010	0,40	-0,15	0,0		334	
Gutex ultratherm	0,050						
Pare pluie	0,0005	0,12					
Face paroi ext			-4,83	-5,0			
Ambiance ext			-5,00	-5,0			80

**B-2-2 / B-2-3 : COURBE DE TEMPERATURES DANS LA PAROI**



**B-2-2 / B-2-3 : COURBE DE PRESSIONS DANS LA PAROI**

